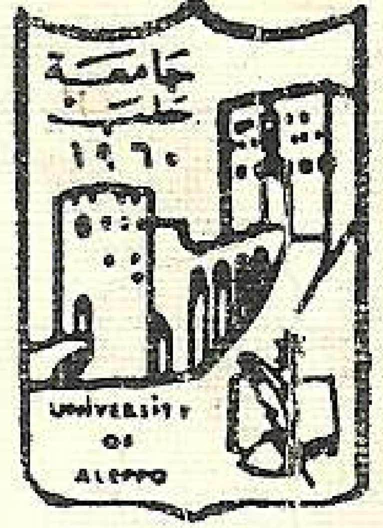


منشورات جامعة حلب
كلية الزراعة

اساسيات
علم الاراضي

دكتور
احمد ناجي زين العابدين
ماجستير ودكتوراه في علم الأراضي
أستاذ الأراضي في كلية الزراعة
جامعة حلب
رئيس قسم الأراضي

الطبعة الرابعة

مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية

١٩٨٠ - ١٩٨١

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

ظهرت في المكتبة الحديثة مؤلفات عديدة ، تناولت الفروع المختلفة لعلم الاراضي . وهـذا العلم حديث العهد كعلم مستقل ، فلقد كان فرعاً من الكيمياء الزراعية احياناً ، أو من علم المحاصيل احيـاناً أخرى . ومع تقدم العلوم ووسائل الاكتشافات الحديثة ، زادت المعلومات كثيراً عن علم الاراضي هذا ، فأفردت له اقساماً خاصة في الكليات والمعاهد ، وانشئت له محطات تجارب ومراكز بحوث خاصة .

ولم لا ! والارض هي مكان الزرع الطبيعي ، فحسن استغلالها والمحافظة على خصوبتها ، واصلاح المتضرر منها .. إلخ كل ذلك يتطلب المزيد من المعلومات عنها . وفي المكتبة العربية لا تزال المؤلفات في هذا الفرع من العلوم قليلة ، اذا ما قورنت مع الحـاجـة الماسة للاطـلاع على التقدم السريـع في مجالاته المختلفة .

ولقد هدف هذا الكتاب أن يقدم لطالب الزراعة أو قارىء العلم صورة واضحة للمبادىء الاساسية للعلوم التي تتناول الارض وتفسر ظواهرها وتعالج مشاكلها . والمؤلف الذي يرغب في نقل المعـلومات الاساسية في العلوم التطبيقية في مجال تعمقت فيه الابحاث وتنوعت فيه المكتشفات ، يجد صعوبة واضحة ، إذ عليه ان يعالج ما يريد بأسلوب علمي صحيـح ، وفي نفس الوقت بطريقة مبسطة سهلة الفهم .

ولقد عني هذا الكتاب باعطاء فكرة واضحة عن الأساسيات في خصائص الارض الفيزيائيـة ، وكذلك تكوين الاراضي وتقسيمها ، وبعض الخصائص الكيميائية . واكتفي باعطاء لمحة عن خصب الارض ، وهذا ما سيتناوله الطالب في دراسة مستقلة بالتفصيل .

كما روعي في هذا الكتاب ان يحتوي على بعض المعلومات الخاصة عن الاراضي العربية السورية ، موضحاً بانتقاء الامثلة الملائمة عن الاراضي المحلية .

ولقد كانت الطبعة الاولى منه عام ١٩٦٨ ونظراً لتزايد المعلومات عن أراضي الجمهورية العربية السورية فلقد حرص المؤلف إدخال تعديلات في الطبعة الجديدة جاءت متممة وموضحة .

ويرجو المؤلف ان يسهم هذا الكتاب في محاولة تطوير هذا البلد ورفعة شأنه .

والله من وراء القصد .

دكتور

احمد ناجي زين العابدين

الباب الاول

ويتكون من أربعة فصول :

★ الفصل الاول : تمهيد في علم الاراضي

★ الفصل الثاني : المعادن والصخور المكونة للتربة الزراعية

★ الفصل الثالث : تجوية الصخور والمعادن وتحللها

★ الفصل الرابع : القطاع الارضي

الفصل الأول

تمهيد في علم الاراضي

SOIL SCIENCE

علم الاراضي هو العلم الذي يبحث في الحقائق والنظريات المتعلقة بالاراضي الزراعية ... وهو ينقسم الى قسمين :

١ - بيدولوجيا الاراضي Pedology : ويطلق بواسطة بعض العلماء على فرع العلم الذي يهتم بدراسة الارض من جهة منشئها وخواصها وتقسيمها على اساس تلك الخواص . فهو يهتم بدراسة الارض كجسم طبيعي من الوجهة العلمية البحتة دون اهتمام كبير بالناحية العملية ، أي أنه علمي بحت .

ويختص هذا العلم بمورفولوجيا الاراضي Soil morphology ، وتقسيمها Classification والتطبيق العملي له يدخل تحت الفرع المسمى بحصر الاراضي Soil survey وتقدير قيمتها .

٢ - إيدافولوجيا الاراضي Edaphology : ويهتم بدراسة الارض من حيث صلاحيتها للنبات ، والعمل على توفير الظروف الملائمة لانتاج المحاصيل ، كالتسميد والمحافظة على خصب الارض وعلاقة الارض بالماء والهواء واصلاح الاراضي وغير ذلك من المواضيع التى لها اتصال مباشر بالانتاج الزراعي . ونرى من ذلك ، ان وجهة هذا الفرع تطبيقية اكثر منها علمية بحتة ، فهو يستعمل الحقائق والنظريات العلمية المعروفة في فروع الكيمياء والفيزياء والنبات والبكتريا وغيرها في دراسة خواص الارض وعلاقتها بنمو النبات .

ويشمل الفروع الآتية :

١ - تكنولوجيا الاراضي Soil technology : ويهتم بدراسة الحالة الطبيعية للأراضي وميكانيكيتها ، ويعطي الاقتراحات الملائمة لاستغلالها والمحافظة عليها .

٢ - فيزياء الاراضي Soil physics : ويهتم باستعمال النظريات الحديثة في الفيزياء في دراسة خواص

الارض كعلاقة الارض بالماء والحرارة واللون والبناء والقوام وغيرها .

٣ - كيماء الاراضي Soil chemistry : وتبحث في التركيب الكيماوي للاراضي ، وعلاقتها بخصب الارض ، وتشمل ايضاً الاسمدة وتأثيرها على الارض والنبات .

٤ - تغذية النبات Plant nutrition : وتهتم بدراسة العوامل التي تؤثر في امتصاص وتجمع الايونات من الارض ، وعلاقة ذلك بالتكوين الطبيعي والكيماوي للارض .

٥ - ميكروبولوجيا الاراضي Soil microbiology : وتهتم بدراسة علاقة الكائنات الحية كالبكتريا والفطر والاوليات بالاراضي ، وتأثيرها على العمليات الحيوية ، وما يتبع ذلك من تأثير على صلاحية المواد الغذائية للنبات.

تعريف الارض :

لم يتفق العلماء بعد على تعريف للتربة الزراعية ، فهي في نظر رجل الجيولوجيا عبارة عن الطبقة العليا من الجزء اليابس Lithosphere التي تفككت بفعل الغشاء الهوائي Atmosphere والغشاء المائي Hydrosphere . والجزء اليابس Lithoshpere هو غشاء الارض المتكون من الصخور والمعادن المختلفة .

بينما تعرف الارض من الوجهة البيديولوجية : بأنها عبارة عن مخلوط من الصخور والمعادن المتحللة، ومن مواد عضوية متعفنة ، تغطي سطح الارض في طبقة رقيقة ، وتمد النبات بالغذاء والتثبيت الميكانيكي اللازمين له .

ولعل اشمل تعريف للارض هو تعريف Vageler الذي يقول : بان التربة الزراعية هي الطبقة السطحية من القشرة الارضية ، الناجمة من تفتت الصخور وانحلالها ، او انحلال بقايا المواد العضوية ، او هما معا ، وتكون هذه الطبقة صالحة كيماوياً وطبيعياً لتكون وسطاً لجذور النبات ونموها ، وهذه الطبقة في حالة تحلل وتحول مستمر تبعاً لتأثير العوامل المختلفة عليها .

ولما كانت الارض الزراعية هي الطبقة السطحية من القشرة الارضية التي تحللت وتفتتت وجب حينئذ ان يكون معظم خواصها الكيماوية والتكوينية مشتقا من خواص القشرة الارضية ، ووجب أيضاً أن تكون العوامل التي دخلت في تكوينها ذات اثر على خواص الارض الناتجة ، لذا سنتكلم باختصار عن القشرة الارضية وانواع الصخور بها ثم عن العوامل التي تدخل في تكوين الاراضي .

الفصل الثاني

المعادن والصخور المكونة للتربة الزراعية

تشير الدراسات الى ان الكرة الارضية قد انفصلت من الشمس في الحالة الغازية وذلك منذ حوالي ثلاثة آلاف مليون سنة ، ثم بردت وتحولت الى كرة سائلة ، ثم تغلف السائل بقشرة صلبة . والمعلوم أنه كلما تعمقنا في باطن الكرة الارضية فان الحرارة ترتفع بمعدل درجة واحدة مئوية لكل ٣٠ متراً ، وهذا يعني أنه عند التعمق لمدة كيلو مترات فان الحرارة سترتفع وقد تصل الى عدة آلاف من الدرجات المئوية ، وهذه الحرارة المرتفعة تعمل على صهر المواد الموجودة في جوف الكرة الارضية . وتشكل المواد المنصهرة ضغطاً داخلياً عالياً ، فاذا ظهرت في القشرة الارضية مناطق ضعف نتيجة الشقوق والانهدامات وما شابهها فان المواد المنصهرة ستندفع من باطن الارض على صورة اندفاعات أو حمم بركانية . وعند ذلك ستبرد المواد المنصهرة لتشكل الصخور الجامدة .

ويعتمد التركيب الكيماوي للصخور على مثيله المادة الأصلية المنصهرة ولذلك تسمى بالصخور الاولية والتي بدأ تشكلها على سطح الارض منذ بلايين السنين أي منذ انفصال الكرة الارضية عن الشمس ، ولقد تعرضت هذه الصخور خلال الاحقاب الطويلة الماضية الى عوامل خارجية اثرت فيها بدرجات متفاوتة. وجدير بالذكر ان عمر الصخور الاولية الناشئة من تجمد الكتلة المنصهرة لا أهمية كبيرة له من وجهة نظر الخصائص الكيميائية لتلك الصخور فاذا كانت صخور حديثة او قديمة فالمهم هو التركيب الكيميائي للكتلة المنصهرة التي اندفعت من باطن الارض . ولذلك يلاحظ ان الصخور الاولية تختلف في اشكالها وتركيبها الكيماوي اختلافاً واضحاً . وبالتالي فان المؤثرات الخارجية على الصخور الاولية تؤدي الى نواتج متباينة .

ولتسهيل دراسة القشرة الارضية لا بد من الالمام باصطلاحين شائعين هما المعدن والصخر فالمعدن Mineral يعرف من وجهة الدراسة البيدولوجية ، بأنه : جسم غير عضوي ، متجانس كيميائياً وذات تكوين طبيعي . وتعتبر بعض اجسام عضوية خاصة ، كالفحم الحجري ، من المعادن . والمعادن اما ان تكون متبلورة Cristallized أي لها شكل خاص ، أو عديمة التبلور Amorphous أو على حالة غروية Colloidal .

أما الصخر Rock فيتكون من امتزاج بضعة معادن مع بعضها البعض ، وبعض الصخور تتكون من حبيبات معدن واحد مندمجة ، كالرخام المكون من الكالسيت ، والكوارتزيت المكون من الكوارتز .

ويبلغ عدد العناصر التي تدخل بنسبة محسوسة في تركيب معادن وصخور القشرة الارضية بحوالي (١٥) عنصراً . واليكم جدولا باسمائها ونسبتها المئوية (جدول ١) :

جدول (١)

العناصر ونسبة وجودها في القشرة الارضية

عناصر توجد بكثرة			عناصر توجد بقلة		
أكسجين	O	٤٧٫٤٢ ٪	تيتانيوم	Ti	٠٫٦٦ ٪
سيليكون	Si	٢٧٫٠٠ ٪	ايدروجين	H	٠٫١٤ ٪
ألومنيوم	Al	٥٫٠٨ ٪	فوسفور	P	٠٫١٢ ٪
حديد	Fe	٥٫٠٨ ٪	كربون	C	٠٫١٠ ٪
كالسيوم	Ca	٣٫٦٠ ٪	منجنيز	Mn	٠٫٠٩ ٪
صوديوم	Na	٢٫٨ ٪	كبريت	S	٠٫٠٦ ٪
بوتاسيوم	K	٢٫٥ ٪	كلوريد	Cl	٠٫٠٥ ٪
مغنيسيوم	Mg	٢٫٠٠ ٪			

ومن ذلك نرى ان نصف القشرة الارضية تقريباً يتركب من الاوكسجين ، وحوالي الربع سيليكون ، والباقي (٢٥ ٪) عبارة عن بقية العناصر الاخرى ، وان العناصر الثمانية الاولى تكون نحو ٩٨ ٪ من القشرة الارضية ، وقليل من العناصر ما يوجد في الارض على حالة انفرادية ، ولكن اغلبها يوجد متحداً مع غيره من العناصر في صورة مركبات بسيطة او معقدة .

الصخور الاساسية في تكوين الارض :

تطلق كلمة صخر على كل مادة تدخل في تركيب الارض ، فقد يكون جامداً مثل حجر البناء والجرانيت ، او متفتتاً مثل الرمل والطين ، او سائلا مثل مياه البحار ، أو غازياً مثل الهواء الجوي . ولكن اصطلح عرفياً على تخصيص الصخر للحجارة الجامدة التي توجد متراكمة في الطبيعة .

والفرق الرئيسي بين الصخر والمعدن هو : ان المعدن ثابت التركيب والخواص ، أما الصخر فيتركب من عدة معادن . فتختلف خواص الصخر ومظاهره تبعاً لاختلاف نوع المعادن الداخلة في تركيبه ونسبة وجودها فيه ، فالجرانيت صخر جامد يتركب من ثلاثة معادن رئيسية هي الفلسبار والميكا

والكوارتز ، والسيانيت صخر يتركب من الفلسبار البوتاسي والهورنبلند . وتنقسم الصخور اساساً الى ثلاثة اقسام :

أولا : صخور نارية Igneous : وهي اساس جميع انواع الصخور الاخرى حيث انها نتجت من برودة وتجمد المواد المنصهرة Magma التي تكونت منها الارض . وهذه تنقسم الى قسمين :

آ – بركاني Volcanic : وهي التي نشأت من تجمد المواد المنصهرة التي اندفعت الى سطح الارض بتأثير البراكين ، ولذلك يكون تحولها الى الحالة الجامدة سريعاً . وتكون معادنها على شكل حبيبات دقيقة مندمجة قد يتخللها اجسام ذات حجم كبير . ومن امثلتها الريوليت (ويتركب من فلسبار بوتاسي وكوارتز وميكا او هورنبلند) والبازلت (ويتركب من فلسبار جيري صودي واوجيت)

ب – بلوتونية Plutonic : وهي صخور نارية تجمدت ببطء تحت اعماق سحيقة ، متعرضة لضغط كبير ، وتكون معادنها على شكل بلورات كبيرة واضحة ، ومن امثلتها الجرانيت الذي يتركب من فلسبار وكوارتز وسليكا .

وبما ان السليكا أو الكوارتز SiO_2 تدخل في تركيب الصخور النارية عموماً ، وهذا الاكسيد له خواص حامضية ، لذا اصطلح على تسمية الصخور التي تزيد نسبته فيها عن ٦٥ ٪ بالصخور الحامضية ومن امثلتها الجرانيت . اما الصخور التي تتراوح نسبته فيها حوالي ٤٥ ٪ وتكثر فيها اكاسيد البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم فتعتبر صخور قاعدية مثل البازلت . أما الصخور التي تتراوح نسبة السليكا فيها بين ٥٠ – ٦٠ ٪ فتسمى صخور متوسطة أو متعادلة . وفيمايلي وصف موجز لبعض الصخور النارية :

١ – الجرانيت Granite : – يتركب من فلسبار وكوارتز وميكا بيوتيت . وتوجد انواع كثيرة من الجرانيت حسب نوع الفلسبار الداخل في تركيبها . ويتكون في باطن الارض .

٢ – السيانيت Syenite : يتركب من اورثوكلاز وهورنبلند ، واحياناً أوليجوكلاز وميكا بيوتيت .

٣ – ديوريت Diorite ويتركب من بلاجيوكلاز (أوليجوكلاز ، أو لابرادوريت ، أو أنورثيت) ومن هورنبلند ، واحياناً يوجد به كوارتز واوجيت .

٤ – جابرو Gabbro : ويتركب من لابرودوريت ، واوجيت ، واوليفين ، وكثير من معادن اخرى . وهو يتكون في باطن الارض ، أي انه بلوتوني ، ويقابله من الصخور البركانية البازلت .

ثانياً ـ الصخور الرسوبية Sedimentary : وهي التي تكونت من تفكك وانحلال الصخور النارية ، بفعل عوامل التجوية الطبيعية والكيماوية : كالماء والحرارة والهواء ، ثم رسوب نواتج التجوية في صورة طبقات Stratified . وتنقسم الى ثلاثة اقسام حسب طريقة تكوينها كما يأتي :

آ ـ الرواسب الكيميائية : وهذه كانت ذائبة في المياه ثم رسبت بالتبخير ، او التبريد ، او تقليل الضغط ، أو بالترسيب الكيميائي . وليس لها اهمية في تكوين الاراضي .

ب ـ الرواسب المتفتتة او الميكانيكية : نتجت من تفتت صخور اصلية ، حملتها المياه ، ثم رسبتها بعيداً بعد ان قلت سرعة جريانها . ويشمل هذا القسم الطين ، والرمل ، والحجارة الرملية ، والطين المتحجر Shale . فاذا كانت منقولة من مكان بعيد تكون اجزاؤها مستديرة ، فان كانت متماسكة بمادة اسمنتية سميت Conglomerate .

ج ـ الرواسب العضوية : وهي غالباً تنتج من الحيوانات أو النباتات . وتشمل كل ما يرسب بتأثير الكائنات العضوية : كالفحم ، والطباشير والمارل ، والحجارة الجيرية ، والصخور الكلسية .

ومن الضروري الاشارة الى ان اغلب اراضي الجمهورية العربية السورية ناشئة من صخور رسوبية ترجع لهذه المجموعة ، فوجود كربونات الكالسيوم في الصخر يرجع لعدة اسباب من اهمها اثر العوامل العضوية . فحجر الطباشير Chalk مثلا وهو نوع من الاحجار الجيرية يتكون من حبيبات ناعمة ناشئة من محارات حيوانية بحرية وحيدة الخلية . وتستطيع بعض الحيوانات والنباتات التي تعيش في البحار استخلاص المادة الجيرية من مياه البحار التي تعيش فيها ، وتحولها هذه الكائنات الحية في اجسامها الى صور جديدة ، وعند موت هذه الكائنات الحية تسقط محاراتها وخلاياها في قاع البحر ، وتتحول الى رواسب جيرية من كربونات الكالسيوم نظراً لتفاعل غاز الفحم الذائب في المياه الباردة مع هذه المركبات الجيرية .

وقد تتكون كربونات الكالسيوم تحت تأثير ترسيب كيماوي بحت ، فاذا قل احتواء مياه البحار على غاز الفحم نظراً لسخونة تلك المياه فان غاز الفحم يتصاعد وتقل قدرة الماء على اذابة كربونات الكالسيوم فتترسب الكربونات عند ذلك .

ويلاحظ أن نوع الصخر الجيري المتكون يرتبط بظروف تكوينه ، فاذا ترسبت كربونات الكالسيوم أو تكونت في ظروف لم تتدخل أثناءها المواد غير العضوية فانه ينتج صخر جيري نقي غني ببقايا الحيوانات التي افرزته كما في صخر الطباشير . وعادة تختلط مع المواد الجيرية اثناء ترسيبها شوائب من مواد منقولة فتنتج عدة انواع من الصخور الجيرية ، تختلف تبعاً لمحتواها من كربونات الكالسيوم ومن المواد المنقولة والتي تشكل المواد الطينية الجزء الرئيسي فيها . ويمكن توضيح الانواع المختلفة من الصخور الجيرية تبعاً لكمية الشوائب الموجودة فيها في التالي :

١ – حجر جيري	Limestone	ونسبة كربونات الكالسيوم			١٠٠ ٪	، ولا يوجد طين		
٢ – حجر جيري طيني	Clayeylimestone	〃	〃	〃	٩٠ ٪	، والطين		١٠ ٪
٣ – مارل كربوناتي	Carbonaceous marl	〃	〃	〃	٧٠ ٪	،	〃	٣٠ ٪
٤ – مارل	Marl	〃	〃	〃	٥٠ ٪	،	〃	٥٠ ٪
٥ – مارل طيني	Clayey marl	〃	〃	〃	٣٠ ٪	،	〃	٧٠ ٪
٦ – حجر طيني كربوناتي	Carbonaceous mudstone	〃	〃	〃	١٠ ٪	،	〃	٩٠ ٪
٧ – حجر طيني	Mudstone	〃	〃	〃	٠ ٪	،	〃	١٠٠ ٪

وتتكون الاراضي من الصخور الكلسية بتأثير المياه المحملة بثاني اكسيد الفحم CO_2 ، فتذيب الكالسيوم والمغنسيوم في صورة ثاني فحمات تاركة الشوائب غير القابلة للذوبان والتي تكون مادة التربة . وتتوقف سرعة تكوين الاراضي من الحجارة الجيرية على نسبة مايوجد بها من الشوائب . وعادة ما تكون الارض الناتجة عن تحلل الحجر الجيري خصبة .

ثالثاً – الصخور المتحولة Metamorphic :

وهي صخور اصلها ناري او رسوبي ، تحولت بتأثير الضغط والحرارة الكبيرين الى صخور ذات اشكال وخواص جديدة . وقد يكون التحول موضعياً كما يحدث بالقرب من الصخور النارية حيث يتغير الصخر وتظهر فيه معادن جديدة ويأخذ منظراً جديداً . أو قد يكون التحول لمسياً Contact مثل التحويل الناتج عن امتداد الجرانيت في صخور رملية او جيرية او طينية . وقد ينشأ تحويل في الصخور بتأثير انثناء الطبقات وتجعدات القشرة الارضية ويسمى بالتحويل الديناميكي .

ومن أهم الصخور المتحوله :

النيس Gneiss ، والشيست، والاردواز ، والامفيبولات (التي تتكون من صخور قاعدية) ، والرخام الذي يتكون من كربونات كالسيوم نقي .

. . .

ويمكن تشبيه القشرة الارضية بغطاء رقيق صلب يحيط بباطن الارض اللدن . ويختلف سمك هذه الطبقة كما يبدو اختلافاً كبيراً . غير ان الملاحظات الجيولوجية ترجح ان متوسط سمكها يبلغ ٣٢ كم . ويقدر كلارك Clark ان هذه الطبقة تتكون كما يأتي :

٩٥ ٪	صخور نارية
٤ ٪	صخور متحولة
٠،٧٥ ٪	حجر رملي
٠،٢٥ ٪	حجر جيري

وتتكون هذه القشرة الارضية من ثلاث طبقات غالباً (١) السفلى وهي دات السمك الاكبر ، وتتكون من صخور نارية ولا يبدو من هذه الطبقة على السطح سوى مساحات قليلة . (٢) الوسطى وهي رقيقة نسبياً وتتكون من صخور رسوبية . (٣) والعليا او السطحية ، وهي المتحللة المتفتتة التي نشأت من فعل التجوية Weathering على الطبقة الثانية . وتتكون من مواد غير متماسكة ، ومن حصى ورمال ، وطين . ومن هذه الاخيرة يتكون الجزء المعدني من الارض الزراعية .

المعادن التي تتكون منها التربة الزراعية :

أصل المعادن التي تدخل في تركيب الاراضي هو الصخور المنتشرة على سطح القشرة الارضية مثل الحجر الجيري ، والجرانيت ، والحجر الرملي ، والطين المتحجر وغيرها . فهذه الصخور عندانحلالها لتكوين الاراضي تعطي ثلاث ناتجات معدنية مختلفة :

١ – معادن من اصل الصخر قاومت الانحلال وبقيت كما هي ، مثل : الكوارتز SiO_2 ، والارثوكلاز ، والبيوتيت ، والهورنبلند ، والاباتيت ، والاوجيت .

٢ – معادن ثانوية نتجت من انحلال معادن اصلية في الصخر ، مثل : الهيماتيت ، والليمونيت ، والكاؤولين ، والطلق ، والجبسايت $Al_2 O_3 . 3H_2O$ والكالسيت والدولوميت والجبس ومعادن الطين .

٣ – معادن ثانوية في حالة غروية ، نتجت من انحلال بعض المعادن الاصلية تحت تأثير عوامل الانحلال الجوية في صورة دقائق ناعمة جداً ، ولها خواص تختلف عن خواص النوعين الآخرين . والطين هو احد انواع هذه المجموعة .

وسنعرض باختصار أهم مجاميع المعادن وأكثرها انتشاراً ووجوداً في الارض .

أولاً – الاكاسيد Oxides واهم ما تشمله من معادن هي :

١ – الكوارتز SiO_2 وهو عبارة عن ثاني اكسيد السليكون المتبلور . وهو معدن صلب يقاوم التحلل كثيراً . وحبيباته قد تكون شفافة او رمادية أو وردية ... الخ .

٢ – السليكا ، وهو ثاني اكسيد السليكون غير المتبلور وهو معدن واسع الانتشار في الاراضي .

٣ – أكاسيد الحديد : ويوجد منها عدة أنواع حسب عدد جزيئات الماء المتحد بها ومنها :

الهيماتيت Heamatite ($Fe_2 O_3$) ولونه أحمر ، وينتشر من تحلل الصخور في المناطق الجافة .

ليمونيت Lemonite ($2 Fe_2 O_3 - 3 H_2O$) ولونه أصفر أو بني .

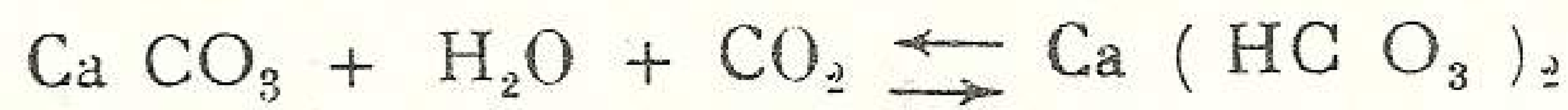
جيوثيت Geothite ($Fe_2O_3 - H_2O$) ولونه بني مصفر .

وينتشر النوعان الاخيران من تحلل الصخور في المناطق الرطبة ونصف الرطبة .

ثانياً ـ الكربونات Carbonates :

وأهم أفراد هذه المجموعة كربونات الكالسيوم (وتوجد في الحجر الجيري ، في صورة كالسيت وأراجونيت) . وكربونات المغنيسيوم (المغنيسيت) ، وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم (الدلوميت) .

وهذه الكربونات جميعها تذوب في الماء المحمل بثاني اكسيد الكربون حيث تتحول الى ثاني كربونات مثل $Ca(HCO_3)_2$. وعندما تتعرض هذه الى الجو تجف وتتحول الى $CaCO_3$ مرة ثانية ، والمعادلة التالية توضح ذلك :



$$Ca\,CO_3 + H_2O + CO_2 \rightleftharpoons Ca\,(HCO_3)_2$$

وقد توجد الكربونات في صورة سيدرايت $FeCO_3$ وذلك في بعض بقاع العالم وبكمية قليلة جداً .

ثالثاً ـ السليكات Silicates :

وهي من أهم الصخور لانتشارها في القشرة الارضية ولان بعضها يتحول ويتحلل مكوناً الطين Clay وهو من المكونات المهمة في الارض . والسليكات عبارة عن املاح احماض السليسيك المختلفة . هذه الاحماض لاتوجد حرة في الطبيعة اذ انها عبارة عن اكسيد سليكون أيدراتي (مائي) ، تختلف نسبة الماء الى السليكا فيه في حدود واسعة . وبعض معادن السليكات تشتق من احماض الومينوسليسيك المختلفة وهذه مكونة من السليكا واكسيد الالومنيوم وماء بنسب مختلفة . وفيما يلي أهم احماض السليسيك والالومنيوسليسيك (الفرضية)

حمض الارثوسليسيك	H_4SiO_4
حمض الميتاسليسيك	H_2SiO_3
حمض الميتا ثلاثي سليسيك	$H_4Si_3O_8$
حمض الالومنيو ثنائي سليسيك	$H_4Al_2Si_2O_9$

ونظراً لكبر أفراد هذه المجموعة واختلاف خواصها تقسم الى مجموعات أصغر ، تتقارب في تكوينها الجيولوجي وشكلها الخارجي وبعض صفاتها الطبيعية والكيماوية ، كالتالي :

١ ـ الفلسبارات Fildspars : وهي عبارة عن سليكات الالومنيوم والقواعد الارضية (غير المغنسيوم) ورمزها النموذجي $(A)_2Al_2Si_6O_{16}$ بفرض أن (A) عبارة عن الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم أو مزيج منها ، أي انها تشتق من حمض الميتا ثلاثي سيليسيك واهمها الارثوكلاز Orthoclase والميكروكلين ($KAlSi_3O_8$) وهما فلسبار بوتاسي . والانورثيت Anorthites وهو فلسبار كالسيومي

ورمزه $CaAl_2Si_3O_8$. والالبيت وهو فلسبار صوديومي رمزه $NaAlSi_3O_8$.

وتتحلل الفلسبارات الكالسيومية بدرجة أسرع من تحلل الفلسبارات الصودية أو البوتاسية

٢ ـ مجموعة البيروكسينات والامفيبولات Pyroxines & Amphiboles وتضم هذه المجموعة الكثير من المعادن الشائعة الوجودة في الاراضي . وهي عبارة عن سليكات مغنسيوم ، أو حديد ، أو كالسيوم ومغنسيوم ، أو كالسيوم وحديد ، أو كالسيوم . وهي خالية من الالومنيوم وهي مشتقة من حمض الميتاسيليسيك ومنها الاوجيت ، الموجود بكثرة في البازلت ، والهورنبلند .

٣ ـ مجموعة الميكا Micas : وهي عبارة عن اورثوسليكات الالومنيوم ومعها مغنيسيوم وحديد وقواعد ارضية . ومنها البـــكا مسكوفيت $H_2KAl_3Si_3O_{12}$ وتحتوي على البوتاسيوم . والميـــكابيوتيت $(H,K)_2(Mg,Fe)_2(Fe,Al)_2Si_3O_{12}$ وكمية البوتاسيوم فيها أقل من المسكوفيت ، ولكنه في صورة صالحة للنبات أكثر منه في المسكوفيت .

٤ ـ مجموعة الاوليفنات Olivines : وهي سليـكات مغنيسيوم خالية من الالمنيوم ومنها الاوليفين $(Mg,Fe)_2SiO_4$. وهي ليست بذات أهمية كبيرة في تكوين الاراضي

رابعاً ـ الجبس $CaSO_4 . 2H_2O$: وهو معدن هام في الجهات الجافة ونصف الجـافة . ويعتـــبر الجبس من مجموعة المعادن قليلة الذوبان نسبياً في المـاء ، اذ تبلغ نسبه الاذابة له ٠٫٢ ٪ ، ويعتبر هذا الرقم عال نسبياً إذا ما قورن مع غيره من المعادن ، ولذلك يزال بسرعة من طبقات القطاع الارضي اذا كانت كمية الامطار كافية ، وعادة توجد طبقة الجبس أسفل طبقة كربونات الـكالسيوم .

والجبس إما أن يكون أولياً من أصل بحري أو بحيري ، أو ثانوياً تكون اثناء تحلـــل بعض الصخور في المناطق الجافة ويكون عند ذلك في شكل عديسات منتشرة في التربة .

ووجود الجبس في التربة بكميات بسيطة يعطي التربة مزية وقاية التربة من ان تتحول الى اراضي قلوية (صودية) نظراً لاحتوائه على الـكالسيوم بصورة ذائبة ، كذلك فانه يخفض رقم PH لحـــوالي ٧ـ٧٫٢ . أما وجود الجبس بكميات كبيرة فانه يؤدي لمشاكل ضخمة من الصعب حلها ، فعلى الرغم من أن الجبس ملح غير ضار فيسيولوجيا للنبات ، إلا أنه يعمل على رفع الضغط الاسموزي للمحـــلول الارضي نظراً لقدرته على الذوبان التي تزداد في وجود املاح اخرى مثل كلور الصوديوم ، وهذه نقطة هـامـة جداً في اراضي المناطق الجافة ونصف الجافة . كذلك فان وجود الجبس يعرض المنشآت الهندسية المختلفة كالطرق والقنوات والجسور وغيرها للانهدام اذا لم يوضع لـكل منها علاجات خاصة .

وينتشر الجبس انتشاراً واسعاً في اراضي البادية السورية ، وكـذلك في بعض أراضي التـــوسع الزراعي بمشروع الفرات ، وحالياً تستبعد الاراضي التي تزيد فيها نسبة الجبس عن ٢٥ ٪ من الاستغلال. والجدير بالذكر ان الاراضي التي تحتوي نسبة اقـــل من ذلك يمكن استغلالهـــا بمعاملات خاصة قـد تكون مكلفة .

خامساً ـ الابتيت وهو عبارة عن فوسفات الكالسيوم مختلطة مع الكلوريد او الفلوريد وهي مصدر الفوسفور في الارض .

سادساً ـ مجموعات سليكات الالومنيوم أي الطين Clays وهي خالية من القواعد والقواعد الارضية . ويدخل تحت هذه المجموعة من انواع الطين : الكاؤولين Kaolin ، وأللوفان Allophane والمونتموريللونيت Montmorillonite .

سابعاً ـ مجموعة الزيولتات zeolites وهي سليكات ألومنيوم متأدرته (مائية) وممتص عليها كمية من القواعد والقواعد الارضية ، وهي سهلة الانحلال واهمها الأنالسيم Anelcime ، والستيلبيت Stilbite

ويمكن التعرف على المعادن بوسائل كيماوية وطبيعية تتوقف على خواص المعادن نفسها ، يستعان بها للتمييز بينها .

ونوضح في الجدول (٢) التركيب المعدني للصخور المهمة في الارض .

جدول (٢)

التركيب المعدني لبعض الصخور

المعدن	نارية	رسوبية	حجر رملي	حجر جيري
كوارتز	١٢ ٪	٢٢٫٣ ٪	٦٦٫٨ ٪	–
فلسبار	٥٩٫٥ ٪	٣٠ ٪	١١٫٥ ٪	–
بيروكسين وهورنبلند	١٦٫٨ ٪	–	–	–
ميكا	٣٫٨ ٪	–	–	–
الطين	–	٢٥ ٪	٦٫٦ ٪	–
ليمونيت	–	٥٫٦ ٪	١٫٨ ٪	–
كربونات	–	٥٫٧ ٪	١١٫١ ٪	٧٦ ٪
معادن اخرى	٧٫٩ ٪	١١٫٤ ٪	٢٫٢ ٪	–

ويلاحظ من الجدول السابق أن :

١ ـ تحتوي الصخور النارية على نسبة عالية جداً من الفلسبار .

٢ ـ تحتوي الصخور الرسوبية على اكبر نسبة من الطين .

٣ ـ الحجر الرملي غني جداً بمعدن الكوارتز .

٤ ـ الحجر الجيري غني جداً بالكربونات وبعض الشوائب الاخرى .

٥ - يلاحظ ان البيروكسينات والميكا توجد في الصخور النارية فقط والسبب انها سهلة التحلل ولذلك لاتوجد في بقية أنواع الصخور . بينما تنخفض نسبة الفلسبارات في الصخور الرسوبية عن الصخور النارية نظراً لأن تحللها يكون بطيء نسبياً .

٦ - لا تحتوي الصخور النارية على الطين أو الايمونيت او الكربونات . وهذه معادن ثانوية تنشأ من تحلل الصخور النارية الاصلية .

مصدر المعادن في التربة :

يبين الجدول رقم (٣) مصادر العناصر المهمة في دراسة الاراضي :

الجدول رقم (٣) مصادر العناصر الهامة في دراسة الاراضي

العنصر	المعادن المحتوية عليه	العنصر	المعادن المحتوية عليه
سيليكون Si	كوارتز ـ سيليكات	كلور ، فلور	اباتيت
الومينوم Al	سليكات ـ اكاسيد	فوسفور	اباتيت
حديد Fe^{+++}	سليكات حديديك ومغنيسيوم، وبيريت	كبريت	كبريتيدات
كالسيوم Ca	فلسبارات صودية جيرية	آزوت	الجـــو
مغنيسيوم Mg	سليكات حديد ومغنيسيوم	نحاس	كلكوباريت
صوديوم Na	فلسبارات صودية جيرية ماعدا الانورثيت	منجنيز	جرانيت ـ بايرولوزيت
بوتاسيوم K	اورثوكلاز ـ ميكروكلين ، ميكا	زنك	سفاليريت
هيدروجين H	المـاء ـ الجو	بورون B	تورمالين
تيتانيوم Ti	أليمينيت ـ روتيل Rutile	مولبدنيوم Mo	يوريلفينيت Urelfenite
كربون C	غاز الفحم الموجود في الجو	يود I	نادر وجوده في الخامات يوجد بكمية قليلة في التربة والآبار الارتوازية .

الفصل الثالث

تجوية الصخور والمعادن وتحاتها

WEATHERING OF ROCKS AND MINERALS

يساعد تعرض الصخور للجو ، وحركة الماء ، ونمو النباتات على تكسير الصخور الى اجزاء اصغر قد تسبب زيادة في قابليتها للذوبان في المحلول ، ينشأ عن ذلك تغيير في تركيب الصخر ، وهذه العمليات يطلق عليها لفظ التجوية وتنحصر عواملها في الماء والحرارة والغازات والاحياء .

اما التحات Denudation فهي نتيجة عوامل ديناميكية تحرك نواتج التجويه ، فتنقلها من مكان الى مكان آخر قريب أو بعيد عن مكان تكوينها وهذه العوامل هي الرياح والماء الجاري والجليد المتحرك والجاذبية الارضية .

وينحصر فعل التجوية في عمليتين :

التجوية الميكانيكية او التفتت Desintegration : ويطلق على التغيير في الحجم بواسطة العوامل الطبيعية .

والتجوية الكيماوية او الانحلال Decomposition : ويطلق على التغيير الكيماوي اي تحويل الصخور والمعادن الى مواد جديدة مختلفة التركيب .

وهاتان العمليتان تصطحبان مع بعض . وقد يتفوق احدهما على الآخر . فمثلا في المناطق الجافة تحت درجات حرارة متفاوتة بين الليل والنهار يغلب التفتت بينما يسود الانحلال في المناطق الرطبة الحارة .

عوامل التفتت :

١ ـ توالي عمليتي التمدد والانكماش نتيجة للاختلاف في الحرارة يؤدي لتكوين شقوق بين طبقات الصخور والمعادن . والمعلوم أن الصخور تسخن في النهار وتبرد في الليل . ولما كانت الصخور تتكون من معادن تختلف في معامل تمددها لذا فعند كل تغير في درجة الحرارة ينشأ عنه اختلاف في قوى الضغط يؤدي الى حدوث تصدعات وشقوق . ويمكن توضيح الامر اذا تصورنا قطعة من الصخر

معرضة لأشعة الشمس ، حيث تسخن الطبقات السطحية بكمية أكبر من الطبقات الداخلية نظراً لبطء التوصيل الحراري فيها ، ولذلك تتمدد بالنهار وتنكمش بالليل مما ينشأ عنه ظاهرة تقشر الصخر .

٢ — ينشأ عن تجمد الماء الموجود في الشقوق ، فعند انخفاض درجة حرارة الجو الى ما دون الصفر ، زيادة في حجم الماء تعمل على زيادة الضغط مما يؤدي الى تكسير الصخور .

٣ — جذور النباتات الغائرة في شقوق الارض ، فعند نموها يزداد قطرها ، فتولد ضغطاً يساعد على التفتت . كذلك الاحياء التي تحفر أنفاقاً في الارض أو شقوقاً تساعد على التفتت وكذا فعل حوافر الحيوانات وفعل الانسان ونشاطه .

٤ — تعمل الاجسام الصلبة التي تجلبها معها الثلاجات والمياه الجارية على تآكل الصخور التي تمر عليها وتحتك بها . وعادة تكون المياه الجارية قوة نحر كبيرة وهذا ما يبدو واضحاً في الاخاديد الكثيرة المنتشرة في جميع أنحاء البلاد والناشئة عن المجاري المائية .

٥ — الرياح وماتحمله من حبيبات تعمل على تآكل الصخور ، حيث يتآكل الجزء الاقل صلابة إذ ينشأ بين الحبيبات المحمولة تحات تؤدي الى استدارة هذه الحبيبات نظراً لتكسر حواف هذه الحبيبات .

٦ — الامواج : - تعمل الامواج على طحن وتكسير الحبيبات والصخور .

الانحـــلال :

تتبع عملية الانحلال قوانـــين كيميائية يجب مراجعتها قبل التكلم عن عمليات الانحلال ، من هذه القوانين :

١ - التأين وتأثيره على التفاعلات الكيماوية :
ففي كل جزيء ماء H^+ و OH^- . ويطلق على جزيء الماء أنه ثنائي القطب أي أن أحد اطرافه سالب والآخر موجب :


$H^+ \quad OH^-$ أو $+ \quad -$

فعند اذابة كلوريد البوتاسيوم بالمـاء يحدث تجاذب بين القطب الموجب للمـاء والكلوريد المتـأين من KCl والسالب الشحنة ، وكذلك تجاذب بين البوتاسيوم الموجب والقطب السالب للمـاء . ويكون المحلول بأجمعه متعادلاً .

وفي محلول مخفف جداً من KCl في المـاء يكون التجاذب بين الجزيئات ضعيفاً وتكون الايونات مستقلة عن بعضها ويقال للمحـــلول أنه شديد التأين . وهذا يؤدي الى تأين كميـــات جديدة من هذا

الملح. وفي المناطق الجافة تكون كمية الامطار قليلة ولذلك تكون المحاليل مركزة وبالتالي تنخفض كمية الاملاح المتأينة .

٢ ـ قانون فعل الكتلة : وهو ان سرعة التفاعل الكيماوي تتناسب طرداً مع الكتلة الفعالة للمواد المتفاعلة .

٣ ـ التفاعل العكسي : معظم التفاعلات في التربة عكسية . ولكن ، في التربة ، اذا رشحت او صرفت المحاليل الناتجة من التفاعلات الكيماوية فذلك يمنع او يخفف التفاعلات العكسية ، ويجعل تحلل الصخور مستمراً . ويحدث ذلك في المناطق الرطبة حيث تزيل مياه الامطار الغزيرة نواتج التحلل وتنقلها معها الى الاعماق . وبذلك تستمر عملية التحلل لتقطع اشواطاً بعيدة في المناطق الرطبة .

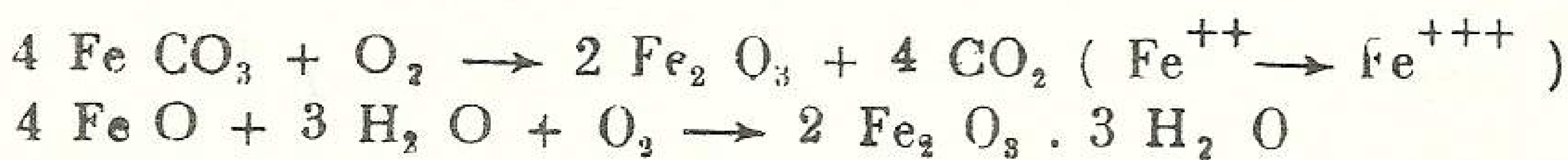
٤ ـ درجة الحراره : حسب قانون فانت هوف Vant Hoff تزداد سرعة التفاعل الكيماوي الى الضعف اذا ارتفعت درجة الحرارة ١٠°م ومعنى ذلك ان الانحلال في المناطق الحارة اسرع منه في المناطق الباردة .

عمليات الانحلال الكيماوية :

تشمل عوامل الانحلال : الذوبان والاكسدة والتأدرت والكربنة والتحلل المائي ، كذلك فعل البكتريا على المواد العضوية التي ينتج عنها غاز الفحم واحماض عضويه ، وكل هذه مهمة في الانحلال الكيماوي . ويلاحظ ان اصعب المعادن في الانحلال هي الكوارتز ، والمسكوفيت ، والزركون . واسهلها المحتوية على حديد ومغنيسيوم وفلسبارات . ويبين في التالي عوامل الانحلال كل على حدة :

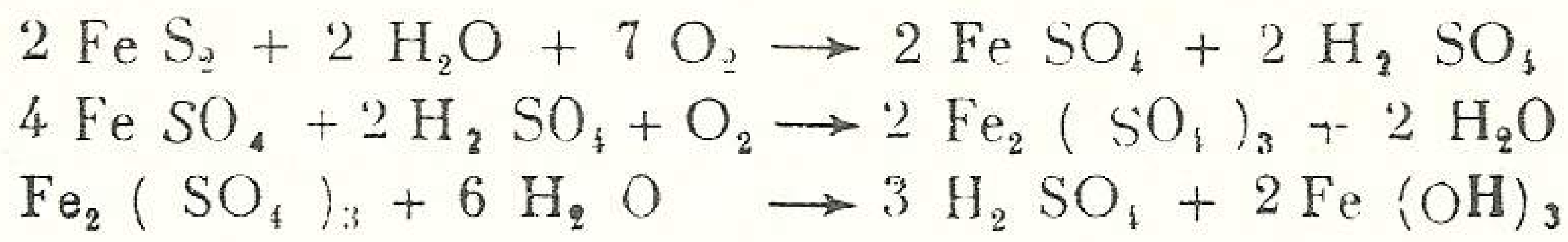
١ ـ الذوبان : معظم المعادن قليلة الذوبان في الماء وتزداد عملية الذوبان بزيادة تركيز أيون الايدروجين وذلك بسبب NO_2 , SO_2 , CO_2 والاحماض العضوية . وهناك معادن سهلة الذوبان مثل الجبس (كبريتات كالسيوم) ، او الكالسيت (كربونات كالسيوم) وهذه الاخيرة مهمة في تكوين الاراضي ، حيث ان الصخور الجيرية تحوي دائماً شوائب غير كلسية تبقى وتتراكم بعد ذوبان الكربونات مكونة مادة التربة . ويعتبر الحديد والسيليكون والالومنيوم في مركباتها بطيئة الذوبان ويمكن ان ان تكون ذائبة في بعض الاوساط الخاصة المحيطة بها .

٢ ـ التأكسد Oxidation : تتحول المعادن التي تحتوي على حديدوز او كبريتور الى حديديك او كبريتات اذا وجدت بجو به كثير من الاوكسجين .



$$4\,FeCO_3 + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 + 4\,CO_2 \;(Fe^{++} \longrightarrow Fe^{+++})$$
$$4\,FeO + 3\,H_2O + O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 . 3\,H_2O$$

ومن امثلة الاكسدة ايضاً خطوات تحلل البيريت وهو كبريتور الحديد ، وهي تحدث بفعل الماء والاوكسجين كالتالي .



$$2\,FeS_2 + 2\,H_2O + 7\,O_2 \rightarrow 2\,FeSO_4 + 2\,H_2SO_4$$
$$4\,FeSO_4 + 2\,H_2SO_4 + O_2 \rightarrow 2\,Fe_2(SO_4)_3 + 2\,H_2O$$
$$Fe_2(SO_4)_3 + 6\,H_2O \rightarrow 3\,H_2SO_4 + 2\,Fe(OH)_3$$

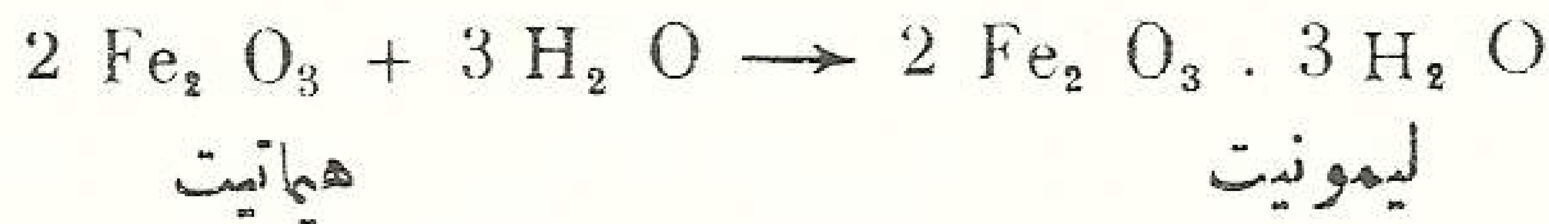
وتصبح المعادلة الاجمالية كالتالي :



$$4\,FeS_2 + 14\,H_2O + 15\,O_2 \rightarrow 4\,Fe(OH)_3 + 8\,H_2SO_4$$

أي أن معدن البيريت يتحول الى ايدروكسيد حديديك مع انفراد حمض الكبريتيك. وهذا الاخير له تأثير هام على تحليل الصخور .

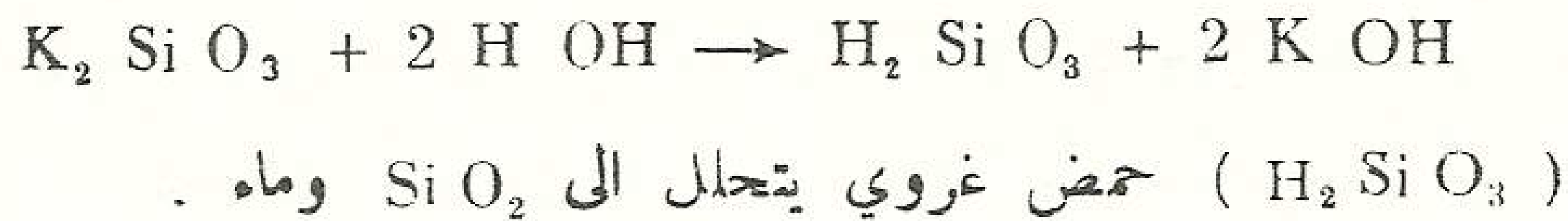
٣ — التأدرت Hydration (التميوء) : ـ وهو ارتباط الماء كيميائياً مع معادن التربة ومن أمثلتها تكون الليمونيت من الهيماتيت وذلك في الظروف الرطبة ، ويحدث عند الجفاف أن ينتزع الماء ثانية ويتكون الهيماتيت بعد أن أصبح ليمونيت



$$2\,Fe_2O_3 + 3\,H_2O \rightarrow 2\,Fe_2O_3\,.\,3\,H_2O$$

هيماتيت　　　　　ليمونيت

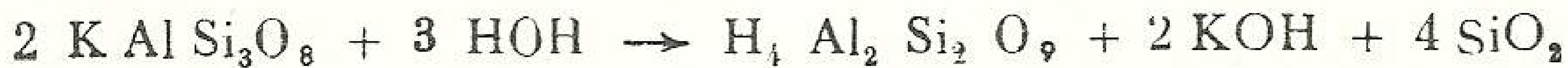
٤ — التحلل المائي Hydrolysis (الحلمأة) : وهو من أهم عوامل تحلل الصخور نتيجة لتأثير الايونين H^+ و OH^- الموجـــودين في الماء خصوصاً عند ذوبان غاز الفحم به حيث تزيد نسبة H^+ ومن أمثلته :



$$K_2SiO_3 + 2\,HOH \rightarrow H_2SiO_3 + 2\,KOH$$

(H_2SiO_3) حمض غروي يتحلل الى SiO_2 وماء .

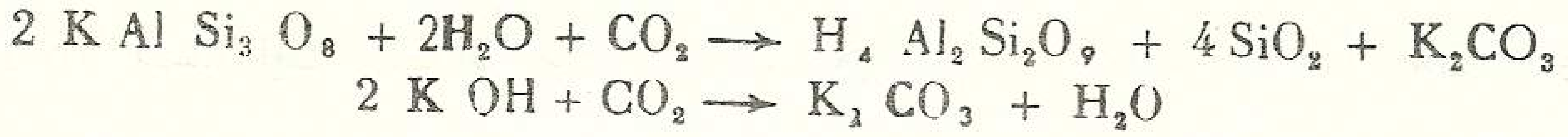
وكذلك يتحلل الميكروكلين تبعاً للمعادلة الآتية :



$$2\,KAlSi_3O_8 + 3\,HOH \rightarrow H_4Al_2Si_2O_9 + 2\,KOH + 4\,SiO_2$$

وقد يستمر التحلل ويتحلل الحمض السليكاتي الناتج الى جبسات $Al_2O_3\,.\,3H_2O$ والى سليكا غروية. والنواتج إما أن تنتقل مع ماء الصرف أو تدخل في تفاعلات جديدة لتكون معادن الطين . أو تبقى في التربة على صورة أكاسيد بعد الجفاف .

٥ — الكربنة Carbonation : وفيها يرتبط ثاني اكسيد الكربون بقواعد التربة مكونـــاً كربونات أو بيكروبونات ، ومن أمثلتها تحلل الاورثوكلاز في وجود غاز الفحم ، وكذلك تحلل إيدروكسيد البوتاسيوم الى كربونات .



$$2\ KAl\ Si_3\ O_8 + 2H_2O + CO_2 \rightarrow H_4\ Al_2\ Si_2O_9 + 4\ SiO_2 + K_2CO_3$$

$$2\ K\ OH + CO_2 \rightarrow K_2\ CO_3 + H_2O$$

الانحلال البيولوجي :

تعمل الكائنات الحية دوراً بطيئاً في عملية التجوية إذا ما قورنت بفعل المياه والحرارة وغيرها. فالكائنات الحيوانية تعمل على تفتيت المواد ، أي أن تأثيرها ميكانيكي اكثر منه كيميائي ، ومن امثلتها عمل الديدان الارضية في التربة المزرعة .

أما النباتات فتأثيرها أكثر اهمية ، إذ تستطيع بعض النباتات الدنيئة كالاشنيات أن تعيش على سطوح الشقوق الناتجة من التفتت الطبيعي وتعمل على توسيعها ، هذه النباتات الدنيئة تمتص العناصر الغذائية اللازمة لها من الصخر المتطفلة عليه فتنتزع منه القواعد اللازمة لها وتبني به اجسامها ، كما تفعل بعض الاشنيات المنتشرة على الصخور الجيرية في المناطق الساحلية وهي نباتات محبة للقواعد كالكالسيوم ، وبعد موت هذه الاشنيات تطرح القواعد الموجودة في اجسامها بعيداً عن الصخر . ومع تقدم الزمن يقل محتوي الصخر من القلويات والقلويات الارضية ، وتصبح الفرصة مهيأة لتعيش نباتات أرقى ، وهذه بدورها تعمل على تفتت وانحلال الصخر وهكذا تستمر العملية حتى يأتي دور النباتات الراقية . وهذه تأثيرها اكثر اهمية من بقية الانواع النباتية نظراً لتأثير ما تفرزه الجذور من عصارة حامضية وكذلك ما تطرحه من غاز فحم اثنا. نشاطها الفيزيولوجي .

الصخور والتجوية :

يؤثر نوع الصخر تأثيراً واضحاً في سير عمليات التجوية . والمعلوم أن الصخور تتفاوت كثيراً في خواصها الفيزيائية والكيميائية ، فمن الصفات الفيزيائية ذات العلاقة بالتجوية : حجم الحبيبات ، والصلابة، ودرجة التماسك والالتحام . فبلورات المعادن المختلفة الكبيرة الحجم تزيد وتسرع من تفتت الصخور ، وذلك لان كمية التمدد والانكماش نتيجة تغير الحرارة تكون كبيرة ، مما يؤدي الى تكسير الصخر . ولذلك نجد أن الحبيبات الناعمة تقاوم التفتت بدرجة اكبر من الحبيبات الخشنة ولكنها في نفس الوقت تكون اكثر عرضة لعمليات الانحلال الكيماوية نظراً لزيادة السطح الكلي المعرض لعمليات التجوية الكيميائية. إذ المعلوم ان سرعة التفاعل الكيماوي تزداد كلما زاد السطح المعرض للتفاعل .

أما تأثير الصلابة ودرجة التماسك والالتحام فينعكس في التجوية في قابلية الصخر للتفتت الى حبيبات صغيرة الحجم ، فيلاحظ أن الكوارتزيت المتماسك والحجر الرملي الملتحم بمواد لاحمة بطيئة التجوية يقاومان التفتت من جهة ، ويكون تعرضها لعوامل الانحلال الكيميائية ضعيفاً أيضاً ، بينما يلاحظ ان الرماد البركاني والحجر الجيري الخشن يتعرضان بسهولة للتفتت ، ومن ثم للانحلال الكيماوي .

كذلك فان استجابة الصخور للتجوية تتأثر كثيراً بالتركيب الكيماوي لهذه الصخور ،فالمعادن القابلة للذوبان في الماء

تزال من التربة بسرعة ولو كانت كمية الامطار بسيطة . أما المعادن قليلة الذوبان نسبياً كالجبس $CaSO_4 . 2H_2O$ فانها تزال من التربة عندما تكون كمية المطر كافية ، وتعمل مياه الامطار المحملة بغاز الفحم على إزالة المعادن الاقل ذوباناً مثل الكالسيت والدولوميت . ولذا يلاحظ خلو الاراضي الواقعة في المناطق الرطبة من هذه المعادن .

ولقد وجد أن المعادن الاولية داكنة اللون والتي تسمى احياناً معادن (حديد - مغنيسية) لاحتوائها على عنصري الحديد والمغنيسيوم ، أنها اكثر قابلية للتجوية الكيماوية من الفلسبارات والكوارتز اذ أن وجود الحديد في المعادن ، وهذا يصدأ بسرعة ، يعرض البنيان البلوري لهذه المعادن للهدم الكيماوي والفيزيائي .

كذلك فان شدة ارتباط الايونات في الوحدات البلورية للمعادن تؤثر كثيراً في قابليتها للتجوية . فيلاحظ ان الاوليفين والبيوتيت ، وهما من المعادن سهلة التجوية نسبياً ، أن الوحدات البلورية لها أقل تماسكاً في المعادن المماثلة لهما كالزيركون والمسكوفيت اللذين يقاوما عمليات التجوية بشدة .

ويمكن ترتيب المعادن المختلفة تبعاً لمدى قابليتها للتجوية تبعاً للتسلسل الآتي : كوارتز (اكثرها مقاومة) > مسكوفيت ، فلسبارات بوتاسية ، فلسبارات صودية وجيرية > بيوتيت ، هورنبلند وأوجيت > اوليفين > دولوميت ، كالسيت > جبس .

وهذا يفسر غياب الجبس والكالسيت والدولوميت من أراضي المناطق الرطبة، وسيادة الكوارتز في كثير من اراضي العالم .

تكوين التربة :

إن الشرح السابق لقوى التجوية كل على حدة يعطي تصور بسيط لكيفية تكوين التربة من الصخر . ويبدو الامر أكثر تعقيداً إذا تذكرنا أن جميع عوامل التجوية تعمل متضافرة جنباً الى جنب وبدرجات متفاوتة في نشاطها تبعاً لسيادة أحد العوامل على غيره . وعلى كل فان النتيجة العامة للانحلال الكيميائي للصخور هي ظهور مواد غروية في صورة Gels مثل (حمض سليسيك وايدرات الومنيوم وغيرها) وقواعد قابلة للذوبان . بعض هذه القواعد يفقد مع ماء الرشح كما أن بعضها يتحد مع المواد الغروية مكوناً معادن ثانوية لم تكن موجودة في المعدن الاصلي ، وهذه المعادن الثانوية تعاني بدورها تغييرات كماوية نتيجة لعمليات التحلل المائي وتبادل القواعد ... الخ .

ففي أراضي المناطق الرطبة تفقد القلويات والقلويات الارضية نهائياً ، وتتكون أراضي حامضية نتيجة لاستمرار غسل القلويات والقلويات الارضية واحلال الايدروجين محلها على الطين . وهذه الاراضي فقيرة من الوجهة الغذائية وغير صالحة لزراعة معظم المحاصيل الا بعد اصلاحها . أما في أراضي المناطق الجافة فلا يحصل فقد يذكر في القلويات والقلويات الارضية ، بل تبقى الارض مشبعة بها واحياناً تتكون

أراضي ملحية وقلوية في هذه المناطق .

يطلق على المحلول الغروي الناتج من تحلل الصخور والمعادن اذا اختلطت بمواد عضوية اسم مركب الارض الغروي Colloid complex ، أو مركب الامتصاص Adsorption complex . ويطلق على الجزء المعدني فقط اسم مركب الطين Clay complex. ومن عمليات التجوية والتحات يتحول الصخر الى فتات . هذه العوامل التي عملت وتعمل منذ ملايين السنين أنتجت نوعين من الفتات أو الحبيبات الارضية : أولها فتات نتجت من فعل التجوية الميكانيكية على الصخر فلم يتغير تركيبها الكيماوي بل تغير حجمها فقط . وثانيهما : فتات تأثر تركيبها الكيماوي بفعل التجوية الكيماوية .

ونتيجة لهاتين العمليتين تكونت الارض . وهناك نوعان من الاراضي حسب تكوينها :

آ — أراضي محلية (اولية) Primary Soil : وهي التي تكونت في نفس الموضع الذي حدث فيه الانحلال ، أي توجد علاقة بين الطبقة الأمية أو الصخر الاصلي وبين التربة الموجودة أعلاه والناشئة منه .

ب — أراضي منقولة (ثانوية) Secondary soil : وذلك اذا نقلت نواتج الانحلال ورسبت في مكان جديد ثم بدأت عمليات تحويلية جديدة . وتنقل التربة عادة إما بفعل المياه أو بفعل الرياح ولايوجد ارتباط بين الاراضي المنقولة وبين الطبقة الامية الذي توضعت التربة فوقه .

ولما كانت هذه العمليات التكوينية بطيئة جداً في عملها ومستمرة في الماضي والحاضر والمستقبل مع تفاوت في أعمار الصخور التي تعمل بها كانت النتيجة أن خرجت الاراضي الزراعية ذات أعمار مختلفة وفي أطوار متغايرة من أطوار التكوين .

من ذلك نرى أن عوامل التجوية بأنواعها الثلاثة تعمل معاً وقد يسود أحدها على الآخر وقد يتعاون عاملين من ثلاثة ونتيجة لذلك كله حالة واحدة ، وهي تحويل الصخر الاصلي Parent rock الى أراضي مختلفة صالحة للانتاج النباتي بجميع أنواعه Soil ويهيمن على هذه التفاعلات ويوجهها عوامل تكوين الاراضي Soil forming factors .

الفصل الرابع

القطاع الارضي

SOIL PROFILE

عندما تسقط مياه الامطار فوق سطح الارض المكون من فتات الصخور المعدنية وتغور فيهـــا بفعل الخاصة الشعرية ، وتحت تأثير الجاذبية الارضية ، تهرب وتحمل معها بعض مكونات الطبقة السطحية وتنقلها وترسبها في طبقة من الطبقات السفلى ، وبذلك نجد ان الطبقة العليا المأخوذ منهـا بعض المـــواد المنقولة وتسمى افق السلب Eluviated horizon تنقص بعض مكوناتها ، بينما تزداد الطبقة الثانية بمركبات لم تكن موجودة فيها في الاصل وتسمى افق الترسب Illuviated horizon . وبهاتين العمليتين يتكون القطاع الارضي ، ويتطور تبعاً لمداها . فالقطاع الارضي هو قطاع رأسي يمتد من سطح الارض حتى المادة المكونة للارض وتعرف باسم الصخر الاصلي . وعادة تختلف الاراضي كثيراً في شكل قطاعهـا ، لأن القطاعات تتفاوت في أعماقها وتركيبها المعدني ولونها وكذلك أقطار الحبيبات فيهـــا . ويتأثر القطاع لأرض معينة بعدة عوامل : منها تركيب الطبقة الامية والزمن الذي تعرضت له هذه الطبقة الامية في التحلل لتكوين التربة وكذلك المناخ والغطاء النباتي وغيرها .

ويتميز القطاع الارضي الكامل تحت الظروف العادية بتكونه من ثلاث طبقات افقية تعرف باسم الآفاق العادية . ويختلف الافق الواحد عن الآخر من حيث مكوناته ولونه وهذه الآفاق هي :

١ ـ افق آ Horizon A : ـ وهو الطبقة السطحية التي يتم نقل المواد منها الى ما تحتها ، وهي افق السلب ، وتتميز عادة بقوام يختلف عما تحتها بينما يكون بناؤها وتماثلها غير واضحي المعالم .

وافق آ Horizon A يحتوي على اعلى نسبة من المواد العضوية واقل نسبة من الغرويات عادة ، ويقسم هذا الافق الى آفاق ثانوية A_{00} , A_0 . A_1 . A_2 فمثـــلا الافق الثانوي A_0 لايحوي مواد معدنيـة بل يتكون من تراكم المواد العضوية المتحللة ، كما يتميز كل افق من الآفاق الثانوية بميزات خاصة يجمعهـا جميعاً الافق الاصلي .

٢ ـ افق ب Horizon B : ـ وهي الطبقة الثانية التي تضاف اليها المواد التي سلبت من أفق آ

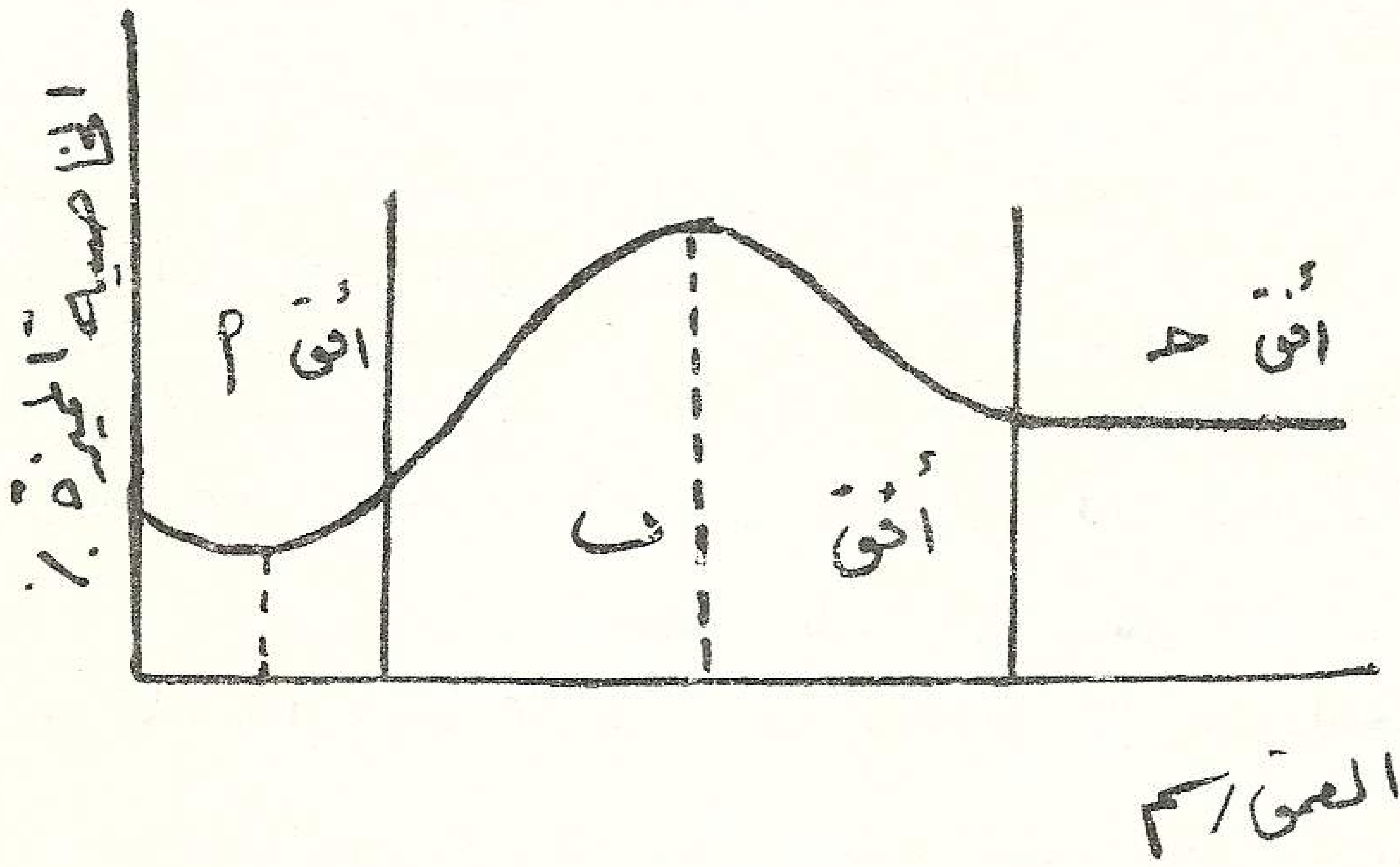
فهو افق الترسيب أو الاضافة . وهذا الافق يختلف عن أفق آ في السمك واللون والبناء والتماسك بينما يتقارب في الشبه مع الافق جـ الذي يليه . ويتبين عادة في الافق صفات بناء التربة وكذلك تماسكها ، ويقسم هذا الافق الى آفاق ثانوية كما في أفق آ .

٣ ـ افق جـ Horizon C : ـ وهي الطبقة التالية لافق ب . وهو عبارة عن المادة الاصلية للتربة التي يفترض أنها لم تتأثر بعد بعوامل التعرية ، ولكن الجزء العلوي من هذا الافق يكون عادة عبارة عن المادة الاصلية في دور انتقال من حالتها الاولى الى الحالة المفتتة . ويعرف هـذا الافق ايضا باسم مادة الاصل Parent Material .

وفي حالة الاراضي الرسوبية او المنقولة يطلق عادة على الطبقة التي تقع تحت الطبقة المنقولة اسم الطبقة التحتية Sub-stratum . وغالباً ليس هناك اي علاقة بين هذه المادة والمادة التي رسبت فوقها ، بعكس الحال في الاراضي المحلية فان الاراضي تتبع في اصلها مادة الاصل التي تكونت منها ، كما أن خواص الارض الناتجة تشابه لدرجة ما خواص مادة الاصل .

تحديد الآفاق في القطاع الارضي :

لتحديد موضع الآفاق في القطاع الارضي لتربة ما ، فان ذلك يستدعي رسم خط بياني يبين فيه محور السينات « العمق » كما يبين على محور العينات الخواص المميزة المدروسة (مثل نسبة الاملاح ، أو



الشكل (١)

المواد العضوية .. الخ) . وتعرف الخاصة المميزة المراد تمثيلها من نتائج التحليلات والتقديرات المخبرية التي تجري على العينة المدروسة .

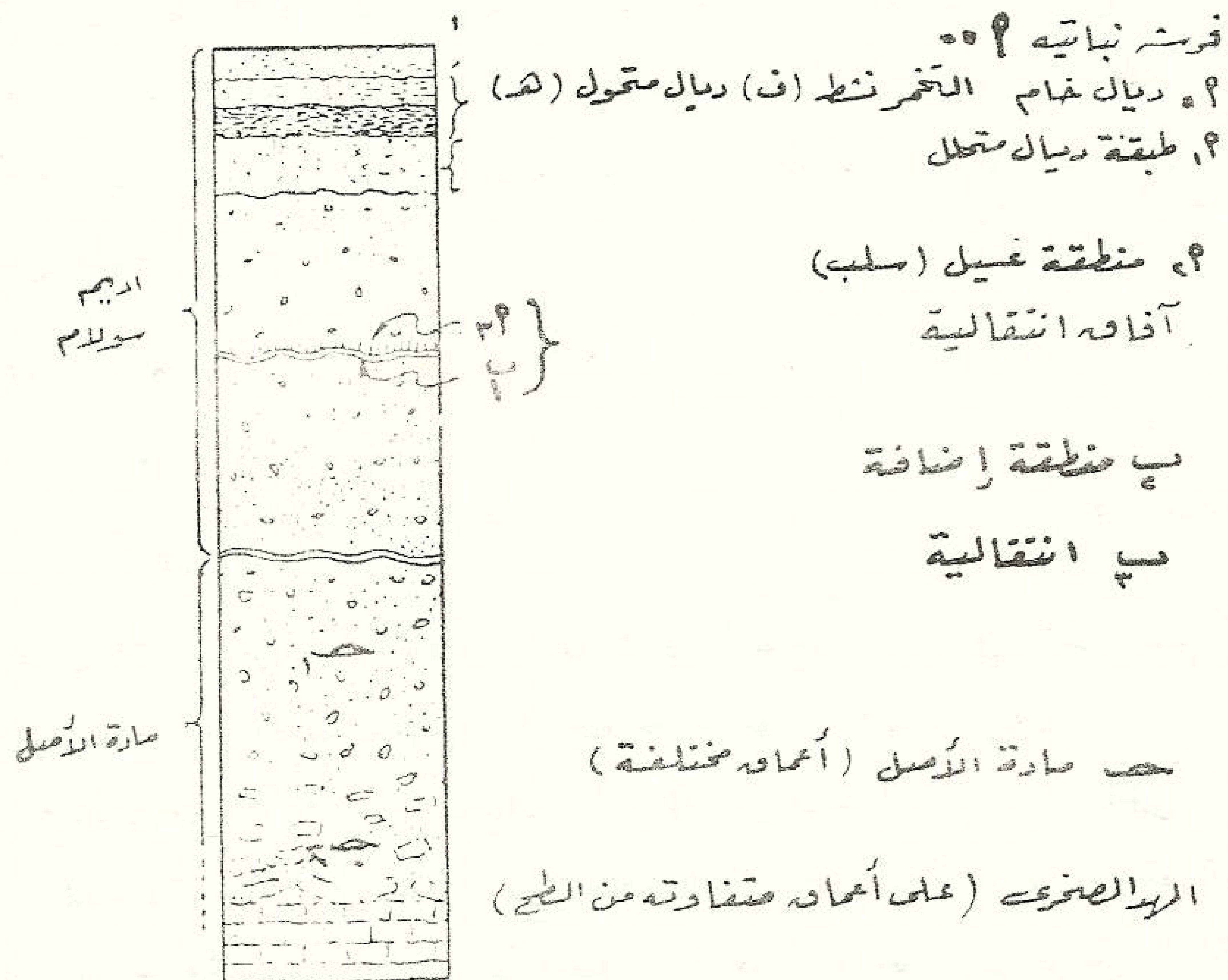
فنقطة النهاية الصغرى ، التي تدل على إزالة المواد ، تعتبر النقطة المتوسطة لافق آ ، ونقطة النهاية العظمى ، التي تدل على تجمع المواد المزالة ، تعتبر النقطة المتوسطة لافق ب ، والجزء الذي لم يتغير خواصه مع العمق ، يعتبر الافق جـ .

واذا كانت نتيجة الاختبارات لاكثر من خاصة واحدة قد ادى الى وجود أكثر من نهاية واحدة صغرى ، واكثر من نهاية عظمى . فيمكن عمل تقسيم فرعي لكل افق حسب عدد النهايات الصغرى والكبرى . فمثلا اذا وجد نهايتين صغريتين ، قسم الافق آ الى آ١ ، آ٢ واذا وجد نهايتين عظميتين ، قسم افق ب الى ب١ ، ب٢ . وبالمثل في حالة افق جـ اذا وجد جزء منه في حالة مفتتة وجزء آخر في حالة صلبة .

وقطاع الارض يمكن اعتباره كتعريف يعبر عن تأثير عوامل تكوين الاراضي على الصخر بعد تفككه او نقله الى بيئته الجديدة ، ولذا يمكن اعتباره كوحدة تختبر خواصها على مقياس زمني ، حيث تتجه الارض دائماً نحو حالة توازن مع العوامل المحيطة المختلفة المؤثرة عليها . وتعتبر الارض انها وصلت الى حالة النضج الكامل اذا كانت خواصها لا تتغير مع الزمن . ولذلك تعرف الاراضي الناضجة Mature soil بانها الاراضي التي وصلت الى حالة توازن ديناميكي مع تأثيرات الجو والكائنات الحية ولا تتغير خواصها مع الزمن .

اما التربة غير الناضجة Immature soil فهي التربة التي ما زالت في طور التكوين ولا تزال متأثرة بالعوامل البيئية المحيطة بها ، حيث ان القوى التي تعمل على تكوين التربة ما تزال نشطة ، ويأخذ نضج الارض آلاف السنين .

وفي التالي رسماً تخطيطياً كمثال لقطاع تربة متطورة « ناضجة » .



شكل (٢) رسم تخطيطي لقطاع أرضي نموذجي ناضج

وواضح من الشكل أن :

آ.. - عبارة عن بقايا أوراق واجزاء نباتية غير متحللة . ويكون سميكاً في أراضي الغابات، ورقيقاً أو منعدماً في أراضي المراعي .

آ. - وهو المواد العضوية الآخذة في التحلل أو متحللة . ويكون غير موجود عادة في اراضي المراعي . بينما يمكن تمييزه الي طبقتين في اراضي الغابات : العليا (ف) وهي طبقة التخمر النشط الآخذ في التحلل ، والسفلى (هـ) وهي طبقة الدبال المتحلل .

آ١ - وهو مواد معدنية داكنة اللون ، ويحتوي على كميات كبيرة من المواد الدبالية مخلوطة مع المواد المعدنية . ويكون واضحاً وسميكاً في اراضي التشرنوزم السوداء ورقيقاً جداً في أراضي البودزول وقد يكون غائباً احياناً

آ٢ - وهو مواد معدنية فاتحة اللون نتيجة لعمليات الغسيل والنقل . ويكون واضح جداً في اراضي البودزول حيث ينتقل الحديد والالومنيوم وتبقى السليكا فاتحة اللون أما في أراضي التشرنوزم وأراضي المناطق الجافة ونصف الجافة فلا تحدث هذه الظاهرة ولذا لايمكن مشاهدته .

آ٣ - طبقة انتقالية قريبة من مواصفات أفق آ .

ب١ - طبقة انتقالية قريبة من مواصفات أفق ب .

ب٢ - منطقة الترسيب ، وتكون واضحة في أراضي البودزول حيث يكون لونها بني مائل للاحمرار نظراً لترسيب مركبات الحديد والالومنيوم المنقولة . وقد ينتقل الطين أحياناً من اعلى ويترسب في هذه الطبقة على صورة طبقة رقيقة صماء تمنع رشح الماء خلالها ، وفي المناطق النصف جافة والنصف رطبة يلاحظ في هذه الطبقة تجمع كربونات الكالسيوم في صورة تجمعات ثانوية منقولة من الطبقة العليا . وعادة يكون البناء الارضي واضحاً في هذه الطبقة

ب٣ - طبقة انتقالية .

حـ١ - مادة أصل مفتتة وغير ملتحمة .

حـ٢ - المهد الصخري

ومن الضروري التأكيد إلى أن الآفاق المذكورة قد لاتوجد جميعها في القطاع الارضي لأرض معينة . فقد يكون القطاع غير ناضج أو تأثر بظروف محلية خاصة كالتملح وغير ذلك . ولذلك تقرر الظروف التي تنشأ فيها الارض الآفاق التي توجد فيها . فمثلا عندما تزرع الاراضي البكر فان سلاح المحراث يهدم التتابع الطبقي في هذا الجزء وتصبح طبقة الحرث متجانسة تقريباً . وقد تتعرض التربة الى فعل الانجراف بتأثير الرياح والمياه ، حيث تزال الطبقات السطحية باستمرار وتتعرض الطبقات السفلى

للسطح ويسمى القطاع في مثل هذه الحالة بالقطاع المكشوط .

ولقد عرف Marbut التربة الناضجة بأنها التربة التي لها قطاع ذات خواص مميزة وقد تحددت هذه الخواص . فقطاع أرض مؤلف من ثلاثة آفاق A,B,C يعبر عن تربة متطورة . وفي أراضي الجمهورية العربية السورية وجد المؤلف أن انغسال الحديد والالومنيوم لم يبدأ بعد في الاراضي سوى في بعض البقع البسيطة الواقعة في أعالي الجبال الساحلية والناشئة على صخور بازلتية حيث يحتوي افق ب على حديد وغضار . أما في بقية المناطق فان الانغسال يكون كلياً أو جزئياً لكربونات الكالسيوم حيث تنتقل من الطبقات السطحية بفعل مياه الامطار لتتجمع في مكان ما من الطبقات السفلي على شكل تجمعات ثانوية ، ويتناسب عمق التجمع مع كميات الامطار التي تؤثر بدورها على سمك القطاع الارضي . وفي مثل هذه الاراضي يمكن تجاوزاً أن نقول ان الاراضي من نوع ABC ، حيث A طبقة انغسال الكربونات بينما B طبقة تجمع الكربونات المنقولة . وتنتقل الكربونات عادة على صورة بيكربونات $Ca(HCO_3)_2$ وعند الجفاف تتحول ثانية الى كربونات ثانوية $CaCO_3$ وتنتشر هذه الاراضي في اغلب السهول الواقعة شمال شرق البلاد وفي سهول حلب وحماه وحوران .

أما في المناطق الجافة فان القطاع الارضي يكون عادة من نوع AC ، حيث تمثل A الطبقة المفتتة المكونة لسطح التربة ، بينما تمثل C الطبقة الأمية الجيرية كذلك في غابات السنديان والصنوبر في الجبال الساحلية يلاحظ ان القطاع من نوع A C يكون A أسود اللون غني بالحجارة ، و C صخور كلسية . وفي منطقة الجبال الساحلية حيث تكون الامطار غزيرة فانها تسبب إزالة الطبقات السطحية باستمرار من أراضي المرتفعات وبذلك يكون قطاعها من النوع المكشوط . ويلاحظ في أراضي شواطىء الانهار أنها لا تحوي قطاعاً مميزاً واضحاً نظراً لانها تعتبر أراضي حديثة تضاف لها طبقات جديدة سنوياً أثناء فيضان النهر .

عوامل تكوين الاراضي :

يلاحظ في تكوين الاراضي وجود طورين متتابعين : الاول هو تكوين المادة التي نتجت عن الانحلال والتفتت من الصخر الاصلي .

والثاني ، هو تحويل هذه المادة بفعل عوامل تكوين الاراضي الى الجسم الجديد أي التربة ويكون الثاني : عبارة عن عوامل التجوية Weathring مصطحبة بفعل الكائنات الحية .

وقد رأينا مما تقدم ان أي أرض زراعية ، ماهي إلا نتيجة لعوامل واسعة التباين من العوامل الجوية والجيولوجية والطبوغرافية والحيوية التي عملت على مر السنين فالعوامل الجوية قد تختلف من البرد القارس كما في المناطق القطبية الى الجو المعتدل في المناطق المعتدلة ، الى الجو الحار في المناطق الاستوائية وفي كل مكان من هذه المناطق الثلاث قد يكون جافاً عديم المطر كالصحاري ، أو نصف

جاف ، أو نصف رطب ، كما قد يكون رطباً كثير الامطار . وكذلك نجد من الناحية الجيولوجية ان كل مساحة من الارض قد تتشابه وقد تختلف في صخورها عن صخور المساحات الاخرى . كما ان طبوغرافية كل مكان تختلف من أراضي واقعة في مناسيب أوطأ من سطح البحر أو قريبة منه او على هضاب ومرتفعات . كما تختلف النباتات والاحياء النامية في كل مساحة عن الاخرى كالنباتات بأنواعها او حشائش ... الخ .

وبناء على ذلك قدم بني Jenny النظرة الجديدة للارض من الناحية التكوينية ، حيث اعتبر الارض تابع Function يتبع متغيرات Variables عدة هي : المناخ والكائنات الحية وطبوغرافية المكان ومادة الاصل والزمن ووضعها في صورة المعادلة الآتية :

$$S = F\ (\ Cl.O.R.P.T\ )$$

أي ان الارض تابع (خ ، ك ، ط ، م ، ز) حيث أن

Cl = Climate O = Organisms R = Topography
P = Parent material T = Time

وطبيعي ان تنتج هذه العوامل التكوينية المتعددة أراضي متنوعة تختلف كثيراً أو قليلا عن بعضها البعض . ونتناول بايجاز تأثير هذه العوامل كل على حدة :

١ ـ المناخ : ويتحدد المناخ عادة بعاملين هما درجة الحرارة السائدة ، وكمية الامطار الهاطلة . وأمكن تقسيم العالم إلى أربع أقسام رئيسية هي : حار ممطر ، وحار جاف ، وبارد ممطر ، وبارد جاف، ويرجع أثر المناخ في التأثير في خواص الارض المختلفة كالتالي :

آ ـ فبالنسبة للمادة المضوية : تزداد كمية الآزوت وكذلك كمية المادة العضوية كلما ازدادت كمية الامطار ، والعكس صحيح . إذ بزيادة المطر يزداد نمو النباتات وبالتالي يزداد المتبقي منها بعد موتها . فان كان المناخ حاراً رطباً كان التحلل سريعاً ، أما إذا كان المناخ بارداً تراكمت المادة العضوية في الارض .

ب ـ أما المادة المعدنية : فان الاملاح المنفردة نتيجة لتحلل الصخور بفعل عوامل التجوية تتعرض للغسيل Leaching إلى اسفل في المناطق الرطبة ، ولا يحدث مثل ذلك في المناطق الجافة ، بل تبقى في الارض . ولقد وجد في المناطق ذات الامطار القليلة أن الاراضي تحوي طبقة أو أفق من كربونات الكالسيوم او المغنيسيوم أكثر من الطبقات التي تعلوها أو تلك التي تليها ، وسميت مثل هذه الاراضي بأنها من نوع Pedocals إذ يحتوي قطاعها أفق الكربونات .

بينما في المناطق الرطبة ، فان قطاعها يحتوي على طبقة أو أفق من إيدروكسيدات الحديدوالالومنيوم، وتسمى مثل هذه الاراضي Pedalfer . ويختلف موقع هذه الطبقة في القطاع : ففي المناطق الباردة

حيث يكون تحلل المواد العضوية بطيئاً تتراكم المواد العضوية في التربة وتجعل تأثير الارض حامضيـــاً وبالتالي تصبـح مركبات الحديد والالومنيوم في جو تنتقل معه داخل القطاع الارضي بينما تتراكم السليكا في السطح . وعلى العكس في المناطق الحارة حيث تتحلل المواد العضوية بسرعة ويكـون تأثـير الارض متعادلا فتذوب السليكا وتنتقل من الطبقات السطحية إلى داخل القطاع وتبقى اكاسيد الحديد والالومنيوم على السطح .

٢ ـ الكائنات الحية : لا يمكن أن تتكون أرض بدون حياة عليها ، وعلى الاخص النباتات ، وتختلف هذه النباتات الطبيعية بين الحشائش القصيرة الى الشجيرات إلى الغـابات ، ولـكل من هـــذه النباتات مجموعه الخضري والجذري الخاص به ، وهذا من شأنه أن يكون بمثابة بيئة خاصـــة تكيف بمقتضاها عمليـــات تكوين الاراضي . فالصنوبريات وما شابههـــا أشجار قليلة التغذية على القواعدولذلك ينتج عن تساقط أوراقها تراكم بقايا حامضية شديدة في التربة ، وتغسل الامطار الشديدة القواعدمن التربة دون ان تعوض . بينما الاشجار الاخرى كالزان فانها تأخذ القواعد من التربة اثناء تغذيتها وعند تساقط اوراقها تتراكم مواد عضوية تحتوي على القواعد وبذلك لا تدع الفرصة لمياه الامطار ان تقوم بغسل جميـع القواعد من الارض .

أما الاعشاب فانها تؤخر تكوين القطاع الناضج وذلك نظراً لانها تمتص القواعد بكميات كبيرة وبعد موتها تضيفه للتربة ثانية وهكذا في دورة حياتية مستمرة .

٣ ـ الطبوغرافية : تعبر الطبوغرافية عن الشكل الظاهري لسطح الارض من حيث ارتفاعـــه وانخفاضه عن مستوى سطح البحر ، وهذا يؤثر على المناخ السائد وبالتالي على النبات النامي فيها . والمعلوم أن الحرارة في الجبال تكون منخفضة اذا ما قورنت مع المنخفضات وهذا يؤدي الى الاقلال من النشاط الكيماوي في التجوية . ولكن من حيث الرطوبة تكون الصورة معاكسة ، إذ أن كمية الامطـــار في المرتفعات تكون أعلى ممـا هي في السهول ، وزيادة الرطوبة تؤدي إلى تشجيـع التحلل الكيماوي بدرجة أكبر مما في السهول . ويؤثر انحدار الارض تأثيراً مباشراً في تكوين التربة ، ففي أراضي المنحـدرات الشديدة يكون جريان المـاء على السطح كبيراً ولا تتاح الفرصة لمياه الامطار أن تتخلل التربة ولذلك تكون فرصة تكوين أراضي عميقة ضعيفاً ، بينما في الاراضي المستوية وغير المتموجة تتخلل مياه الامطار التربة وبذلك تشجع تكوين تربة عميقة .

وتتعرض التربة الواقعة على المنحدرات الشديدة للانجراف بفعل المياه ولذلك تتعرى طبقات جديدة للسطح مما يؤدي الى الاقلال من سمك قطاع التربة في تلك المنطقة ، وفي أسفل المنحدرات توجد السفوح الـــتي تتجمع فيها المواد المنقولة بالانجراف ممـا يؤدي الى تكوين تربـــة عميقة ، ونظراً لقلة الانحدار تتخلل المياه هذه المنطقة بدرجة أكبر ممـا يزيد من النشاط الكيماوي في تكوين التربة . وعند متابعـة

الاراضي الممتدة من اعلى نقطة في هضبة ما حتى المنطقة المستوية في سفح تلك الهضبة فانه يلاحظ اختلاف واضح في القطاع الارضي لهذه الاتربة حتى ولو كانت ناشئة على طبقة امية من اصل واحد . ففي الاماكن المرتفعة يكون القطاع ضحلا Shallow نظراً لانجراف التربة منه باستمرار ، وكذلك لقلة التجوية إذ تكون كمية المياه التي تخترق المرتفعات قليلة بل تنحدر نحو الاماكن المنخفضة . بينما تكون الاراضي الموجودة في المنخفضات ذات قطاع عميق نسبياً ، وقد يكون لون التربة قاتماً لزيادة المادة العضوية ، وفي المناطق الرطبة توجد في اراضي هذه المنخفضات مظاهر اختزال الحديد ولذلك تبدو رمادية اللون .

وعموماً فان الاختلافات التي تلاحظ بين قطاعات التربة في الاماكن المرتفعة من الهضبة تكون اقل وضوحاً من الاختلافات بين قطاعات السفوح . ولقد اتفق على تسمية مجموعة الاراضي التي تمتد من من قمة هضبة حتى السهل المنبسط اسم سلسلة اراضي Catena إذ أن الاراضي الواقعة في سلسلة واحدة تتكرر بنفس الصورة والخواص اذا كانت الارض متموجة وتشكل العديد من السلاسل المتتالية الواقعة تحت ظروف مناخية متماثلة .

ولقد وجد أن لاتجاه انحدار الارض كبير الاثر في تكوين الاراضي ، فأراضي المنحدرات الجنوبية تكون تربتها اكثر عمقاً من أراضي المنحدرات الشمالية ، إذ ان التعرض لحرارة الشمس يكون بكمية اكبر وهذا يؤدي بدوره لسخونة التربة وبالتالي تنشط عوامل التجوية الكيماوية .

٤ ـ مادة الاصل : وهي الحالة الاولى لنظام الارض ، وتختلف بين الصخور النارية اوالرسوبية ، وبالتالي يختلف تأثيرها على تكوين الاراضي . فمادة الاصل الجيرية تعطل عمليات تكوين الاراضي ، حتى ولو كانت في الجو الرطب ، إذ أن وجود كربونات الكالسيوم تجعل أيدروكسيدات الحديد والالومنيوم في حالة تجمع نظراً لغياب الدبال الحامضي ، وتنقص عملية هجرة الطين الى الطبقات تحت السطحية وبالتالي لا تتكون آفاق واضحة .

ولقد لوحظ ان الصخور النارية القاعدية تعطي اتربة ذات قوام انعم وسعة حقلية اعلى من التربة المتكونة من صخور نارية حامضية . وعموماً تتقارب خواص التربة في الاراضي الناضجة ويختفي أثر مادة الاصل كلما كانت عوامل التجوية نشطة ، أي ستنتهي الاراضي الناشئة من صخور مختلفة إلى أراضي متماثلة في الخواص في نهاية التحلل .

وفي سوريا لاحظ المؤلف أن الاراضي الناشئة على صخور بازلتية تختلف في خواصها تبعاً لموقع الارض . ففي المناطق الرطبة تغسل الامطار القواعد المنفردة من تحلل الصخر ويكون تأثير الارض حامضياً خفيفاً أو متعادلا ، بينما في المناطق نصف الجافة فان التربة الناشئة على بازلت تحوي على نسبة واضحة من كربونات الكالسيوم بالرغم من عدم احتواء مادة الاصل على الكربونات ، ويرجع ذلك الى ارتباط الكالسيوم المنفرد من تحلل الصخر بغاز الفحم الموجود في الهواء الجوي وتكوين

كربونات كالسيوم في التربة . ويمكن ملاحظه ذلك من قطع البازلت الموجودة على سطح التربــة حيث تكون الناحية المعرضة للجو بيضاء اللون تقريباً بينما يكون الجزء المعرض للتربة أسود اللون .

٥ ـ الزمن : يعتبر الزمن احد عوامل تكوين الارض الهامة إذ تستمر عمليات تكوين الاراضي، من مادة الاصل تحت الظروف السائدة من المناخ والطبوغرافية ونوع النباتات النامية ، في نشاطهـا حتى تصل في النهاية الى حالة توازن مع هذه الظروف ، ويقال عند ذلك أن الارض قــد وصلت الى حالة النضج . وأثناء تكوين الاراضي يمر القطاع الارضي بمراحل متباينة حتى وصوله للنضج . ولقـد اقترح تقسيم هذه المراحل الى ثلاثة اطوار :

الطور الاول ويسمى طور الشباب او الارض الفتية Young وهذه أراض لم تتكون اختـلافات في قطاعها الارضي بعد ، مثل الاراضي الرسوبية والاراضي السافية . وفي هـذا الطور تنمو النبــاتات وتتكون معادن الطين والمعقد الغروي .

الطور الثاني ويسمى طور النضج أو الاراضي الناضجة Mature وهذه اراض توضح في قطاعها آفاق مميزة مثل أراضي البدزول ، وهي في حالة توازن مع عوامل الطبيعة .
أما الطور الثالث ويسمى طور الكهولة أو الاراضي المعمرة او المسنـة Old وهـذه اراض تنتج من فعل عوامل التحلل النشطة في الاراضي الناضجــــة ، حيث ينحـل الطـين المتكون الى اكاسيد الالومنيوم والحديد والسليكا ، وتكون الارض غير خصبة نظراً للهدم الشديد ولانفصال العناصر الغذائية اللازمة للنبات .

ولقد اصطلح للحكم على نضج الارض متابعة الخواص التالية في القطاع الارضي :

١ ـ تأثير الارض أي (درجة الحموضة) .
٢ ـ المادة العضوية .
٣ ـ افق تجمع كربونات الـكالسيوم .
٤ ـ تجمع الطين .
٥ ـ بعض التكوينات الاخرى كوجود طبقة متصلبة في افق ب في اراضي البدزول وغيرها .

وواضح من المناقشة السابقة أن الوصول الى قطــــاع ناضج لا يرتبط بالزمن الذي تعرضت له مادة الاصل فقط ، بل يرتبط بدرجة اكبر بمقدار نشاط عوامل تكوين الاراضي . ويمكن تلخيص العوامل التي تعمل على تأخير تكوين القطاع الارضي وبالتالي نضج الارض في النقاط الآتية :

١ ـ الامطار القليلة .
٢ ـ الحرارة المنخفضة .

٣ ـ احتواء مادة الاصل على نسبة عالية من الجير .

٤ ـ مادة الاصل المقاومة الى التعرية .

٥ ـ استمرار الترسيب بفعل الرياح أو المياه .

٦ ـ التعرية الشديدة بالمياه أو الرياح .

٧ ـ موقع الارض في منحدر شديد .

٨ ـ نشاط الانسان في عمليات الحرث وغيره .

. . . .

ولقد اقترح أنه للدراسة تأثير أحد عوامل تكوين الاراضي ، مراعاة تثبيت جميع العوامل الباقية . فمثلا لدراسة أثر المناخ تصبح المعادلة : S = (Cl) ,O,R,P,T ، وهكذا في باقي العوامل . وهذا يعني اختيار منطقة للدراسة بحيث تكون اربعة من العوامل الخمسة المؤثرة في تكوين الاراضي ثابتة ، والمتغير هو العامل الخامس . وهذا طبعاً أمر صعب التحقيق . فلو اختير القطر العربي السوري كمنطقة لدراسة الاتربة ، لاحظنا فيه أن مادة الاصل تختلف بين صخور بازلتية من عصور زمنية مختلفة، وصخور جيرية ذات طبيعة متباينة (مثل الطباشيرية أو مارل أو كربونات كالسيوم قاسية Limestone) ، وكل من هذه الصخور يقع بين المناخ الجاف ونصف الجاف ونصف الرطب والرطب . ولقد لاحظ المؤلف عند دراسته لاتربة منطقة حلب الممتدة بين سفوح الحدود الشمالية حتى البادية جنوباً ، ومن جبل سمعان غرباً حتى نهر الفرات شرقاً أن اربعة من عوامل تكوين الاراضي ثابتة تقريباً وهي مادة الاصل ، والزمن ، والكائنات الحية ، والطبوغرافية ، بينما يتغير عامل المناخ بوضوح بين الجاف ونصف الجاف ونصف الرطب . وينعكس أثر المناخ على صفات التربة المتكونة من حيث : كمية كربونات الكالسيوم في اتربة المناطق الثلاثة وتوزيعها في القطاع الارضي ، وكذلك كمية الطين ، والمادة العضوية ، والاملاح الذائبة الكلية وغيرها من الخواص . فمثلا تبين أنه كلما زادت كمية الامطار زاد تبعاً لذلك كمية الطين في التربة ، ونقصت كمية كربونات الكالسيوم وكذلك كمية الاملاح الذائبة الكلية . كما يزداد عمق القطاع الارضي بزيادة كمية الامطار ، كذلك لوحظ أن افق تجمع الكربونات يكون قريباً من السطح في المناطق الجافة ويزداد بعداً كلما انتقلنا نحو المنطقة الرطبة . أما حركة الحديد والالومنيوم والسليكا فانها لا تلاحظ في غالبية الاراضي السورية نظراً لاحتواء التربة على كربونات الكالسيوم . ويمكن ملاحظة حركة بسيطة للحديد والالومنيوم وكذلك هجرة للطين من الطبقة السطحية الى الطبقة تحت السطحية وذلك في الاراضي الواقعة في اعالي الجبال الساحلية والناشئة على صخور بازلتية .

الباب الثاني

الخواص الفيزيائية للارض

وتشمل عشرة فصول هي :

الفصل الأول : مكونات الارض .

الثاني : قوام الارض .

الثالث : عدد الحبيبات في الارض ، والسطح الداخلي لها .

الرابع : كثافة الحبيبات ـ المسامية .

الخامس : التغيرات الحجمية في الاراضي .

السادس : البناء الارضي .

السابع : مظاهر الليونة ، ودرجة التماسك ـ اللون في الاراضي .

الثامن : الماء الارضي .

التاسع : الهواء الارضي .

العاشر : حرارة الارض .

الفصل الأول

مكونات الارض

SOIL COMPONENTS

قبل الكلام في خواص الارض الظاهرية Soil morphology يجب ان نـــلم بشيء عن مكونات التربة الاساسية . فالتربة جسم غير متجانس Heterogenous بطبيعة تكوينهـا فهي تحتوي على أربـــع مكونات رئيسية :

١ — الجزء الصلب Solid phase وينقسم الى :

آ - مواد معدنية Inorganic

ب - مواد عضويه Organic

٢ — الجزء السائل Liquid phase

٣ — الجزء الغازي Gaseous phase

المواد المعدنية :

وهذه مواد اما نتجت عن مكونات (بقايا) الصخر الاصلي كمكونات ثانوية مثل معادن الطين او مواد أولية قاومت عملية الانحلال . وحبيبات التربة عبارة عن فتات معدنيـــة مختلفة الحجم والشكل والتركيب . وتعتبر الهيكل الاساسي للوسط الذي تنمو فيه الجذور . وتتحلل هذه الحبيبات ببطء نتيجة لعوامل التجويه . وتختلف فيما بينها في نوع معادن الطين الموجودة بهـا ، وفي نسبة الحبيبات المختلفـــة الاقطار الى بعضها .

وبناء على هذا الاختلاف تتوقف خواص الارض الكيماوية والطبيعية .

المواد العضوية :

وهذه اما ان تكون بقايا نباتات او حيوانات لم تتحلل او تحللت جزئياً ، ويطلق على الجزء الذي تحلل بشدة اسم الدبال Humus . فاذا كانت الظروف ملائمة للانحلال ، فان الاحياء الدقيقة الموجودة في

الارض تهـــاجم المواد العضوية لاستخراج الطاقة اللازمة لهـــا وتحولها بذلك الى مخلوط معقد يطلق عليـــه الدبال .

ويصحب تكوين الدبال مـــواد أخرى مهمة من وجهـــه تغذية النبات مثل غاز الفحم وحمض النتريك وحامض الكبريتيك ويتبقى عادة اللجنين وبعض اجسام الكائنات الميتة . وكقاعدة عامة نجد ان نسبة المادة العضوية في الارض تقل بازدياد الحرارة وذلك لسرعة انحلال المواد العضوية وعدم تراكمها .

وتؤثر المواد العضوية تأثيراً حسناً على الخواص الطبيعية والكيماوية والحيوية . فوجودها يؤدي الي كثرة الاحياء الدقيقة التي تقوم بدورها بتهيئة جزء كبير من غذاء النبات . كما أن المواد العضوية تساعد على تحسين بناء الارض فتخففه في الاراضي الثقيلة ، وتجعله مناسباً في الاراضي الخفيفة . وهي تساعـد على حفظ الارض للماء . كما أن الاحماض الناتجة منها تهيء الغذاء الصالح للنبات

الجزء السائل :

عندما يمـــر الماء في الارض فانه يذيب جزءاً من المواد القابـلة للذوبان ويعرف حينئذ بالمحلول الارضي Soil Solution ، الذي يعتبر المصدر الرئيسي لغذاء النبات .

وتتوقف قدرة الارض على الاحتفاظ بالمـاء على : نوع معـدن الطين ، وعلى نسبة الحبيبات ذات الاقطار المختلفة . ويختلف تركيز المحلول الارضي من وقت لآخر فيزداد تركيزه قبل الري مباشرة . ويعتبر الماء من اهم العوامل التي تعمل على تحويل معظم اغذية النبات من حالة غير صالحة الى حالة صالحة .

الجزء الغازي :

وهو الهواء الارضي . وهو مهم كالماء لان جذور النبات والاحياء الارضية تحتاج اليه للتنفس . كما أن عمليات الاكسدة والكربنة اللازمة لخصوبة الارض لا تتم الا بوجوده .
ويختلف الهواء الارضي عن الهواء الجوي في ان نسبة غاز الفحم فيه عالية ، وذلك نظراً لتنفس الجذور وتحلل المواد العضوية ، وقد تبلغ هذه النسبة حـــتى ٥٪ من الهواء الارضي . كما أن هواء الارض مشبع بالرطوبة وتصل درجة تشبعه احياناً ١٠٠٪ ويعتبر الهواء الارضي في تغير مستمر نظراً لعمليات الحيوية التي تحدث باستمرار قرب جذور النبات . وفي الاراضي الغدقة (المشبعة بالمـاء) تقل نسبة الهواء الموجودة وبهذا تعاني النباتات نقصاً في الاوكسجين .

الفصل الثاني

قوام الارض

SOIL TEXTURE

قوام الارض اصطلاح يقصد به ما يدل على حجوم الحبيبات الارضية الفردية Single Soil particles المكونة للتربة . فاذا اختبرنا عينتين من الاراضي : احداهما رملية والاخرى طينية شاهدنا بالعين المجردة واللمس باليد فروقاً واضحة بينهما ، فالحبيبات الرملية لونها اصفر براق ، وهي كبيرة الحجم ، نصف شفافة تميل الى الشكل الكروي ، ولكنها غير منتظمة ، كما انها لا تلتصق ولا تتجمع مع بعضها ، وهي مايطلق عليها اسم الحبيبات البسيطة Simple particles . اما الطينية فيلاحظ أن حبيباتها دقيقة معتمة ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة بسهولة وتبدو وكأنهـا مسحوق بني اللون ولو فحصت تحت عدسة مكبرة شوهدت الحبيبات الدقيقة متجمعة في مجموعات غير منتظمة يطلق عليها اسم الحبيبات المركبة Compound particles ويحدد قوام الارض الى مدى بعيد كثيراً من الخواص الطبيعية ، كرشح الماء وتحرك الماء الشعري وقوة حفظ التربه للماء وسرعة التهوية فيها وقوة تماسكها ... الخ .

والحبيبات الارضية غير منتظمة الشكل عادة ولكنها تميل في مجموعها الى الشكل الكروي ، لذلك يفرض دائماً عند الـكلام عليها من الوجهة النظرية انها كرات منتظمة .

ولما كانت حبيبات التربة في الغالب مختلفة الاقطار ، وقد تتدرج في الحجم من الحصى الى الطين فقد اتفق الان على تقسيمها الى مجموعات ذات اسماء خاصة ، كل مجموعة تشمل الحبيبات المحصورة أقطارها في نطـاق معلوم . وقــد تقرر في الجمعية الدولية للاراضي عام ١٩٢٧ ان تقسم حبيبات التربـــة الى المجموعات الآتية :

١ ــ مجموعة الحصا Gravel واقطارها اكبر من ٢ مم .

٢ ــ مجموعة الرمل الخشن Coarse sand واقطارها من ٢ الى ٠٫٢ مم .

٣ ــ مجموعة الرمل الناعم Fine sand واقطارها من ٠٫٢ الى ٠٫٠٢ مم

٤ ـ مجموعة الغرين (سلت) Silt واقطارها من ٠٫٠٢ الى ٠٫٠٠٢ مم

٥ ـ مجموعة الطين (الغضار) Clay واقطارها اقل من ٠٫٠٠٢ مم .

اما في الولايات المتحدة ، فيعتمد فيها تقسيم آخر هو :

مجموعة الحبيبات	حدود القطر/مم
رمل خشن جداً	٢٫٠٠ ـ ١٫٠٠
رمل خشن	١٫٠٠ ـ ٠٫٥٠
رمل متوسط	٠٫٥ ـ ٠٫٢٥
رمل ناعم	٠٫٢٥ ـ ٠٫١٠
رمل ناعم جداً	٠٫١٠ ـ ٠٫٠٥
سـلت	٠٫٠٥ ـ ٠٫٠٠٢
طـين	أقل من ٠٫٠٠٢

وفحص التربة من الوجهة الطبيعية اي من وجهة اطوال اقطار حبيباتها تهمنا لعلاقة ذلك بخواصها وهذا الفحص يستلزم فصل حبيباتها الى مجموعات ذات اقطار خاصة ، ومعرفة نسبة كل مجموعة من هذه المجموعات الى كل التربة . وعملية فصل وتقدير الحبيبات هذه يطلق عليها عملية التحليل الميكانيكي للتربة .

التحليل الميكانيكي للتربة :

التحليل الميكانيكي هو سلسلة العمليات التي تجرى على التربة في المختبر لتحديد تكوينها الميكانيكي ، أي معرفة نسبة مكوناتها من الحبيبات ذات الاقطار المعلومة .

فاذا كان الغرض من التحليل دراسة موضعية ، تؤخذ عينات من طبقات القطاع الممثل للموضع . واذا كان الغرض من التحليل دراسة شاملة لمكان ما ، تخلط العينات بنسب متساوية خلطاً جيداً لتمثيل متوسط المكان .

واذا كانت الارض تحتوي على حصا اقطاره تزيد عن ٢ مم ، يفصل هذا الحصا بالغربلة لان وجود هذا الحصا وعدم انتظام توزيعه في التربة يدعوان الى زيادة الخطأ في تقديرات التحليل الميكانيكي . وتسمى التربة الخالية من الحصا والمغربلة بغربال ٢ مم بالتربة الناعمة او ناعم التربة Fine Earth ، وهي التربة الصالحة لاجراء التحليل الميكانيكي عليها . واسس جميع الطرق المستعملة في التحليل الميكانيكي هي :

اولاً ـ فصل الحبيبات الخشنة من التربة بالغرابيل .

ثانياً ـ معاملة التربة بطرق خاصة تفكك حبيباتها المركبة وتحولها الى حبيبات مفردة .

ثالثاً ـ استخدام قانون استوك في احد امرين :

١ ـ فصل بعض مجموعات ذات اقطار معينة عن بقية حبيبات التربة .

٢ ـ ايجاد تركيز الحبيبات في معلق التربة عند عمق مخصوص بعد زمن معين ، اما بأخذ عينة منه ، أو بتقدير كثافة المعلق .

ويتطلب اجراء التحليل الميكانيكي طبقاً لما يسمى بالطريقة الدولية عمليتين :

الاولى ـ تعرف بالمعاملة الابتدائية Pre - treatment وفيها تفكك الحبيبات الى مكوناتها الفردية وتسمى العملية بالتفرق Dispersion .

والثانية ـ هي تعيين النسب المختلفة للحبيبات الموجودة في الارض .

اولاً ـ المعاملة الابتدائية : وتشمل هذه المعاملة عدة مراحل ، حيث تجري على عينة التربة بعد فصل الحصا منها بغربال قطر ثقوبه ٢ مم ، وتجري المعاملة الابتدائية وفق الخطوات الآتية :

آ ـ اكسدة المادة العضوية ، وذلك باضافة فوق اكسيد الايدروجين تركيزه ٦ ٪ بكمية تكفي لاكسدة المادة العضوية .

ب ـ ازالة المواد اللاحمة المعدنية للحبيبات مثل : كربونات الكالسيوم ، وكبريتات الكالسيوم ، واكاسيد الحديد والالومنيوم ، وذلك باضافة حمض الكلوريدريك المخفف .

ج ـ التخلص من الاملاح الذائبة ، وذلك بغسيل التربة بالماء المقطر .

د ـ العمل على تفرقة الحبيبات باضافة مواد كيماوية لها خواص مفرقة مثل سداسي فوسفات الصوديوم Sodium Hexa - metaphosphate أو الصودا الكاوية او كربونات الصوديوم ، او كبريتات الليثيوم ، أو الامونيا ، وذلك لاحلال أيون الصوديوم محل الايونات المجمعة لحبيبات الطين كأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم .

هـ ـ تقليب أو رج التربة ميكانيكيا إما لمدة ساعات إذا كان الرج بصورة معتدلة ، أو لحوالي ١٥ دقيقة إذا كان التحريك بالجهاز الخلاط حيث يكون التحريك شديداً .

و ـ تحضير محلول مخفف من المعلق .

وتتوقف المعاملة الابتدائية على :

آ ـ طبيعة الارض ، طينية أو رملية .

ب ـ وجود أو غياب الاملاح وكمياتها ونوعها .

الفصل الرابع

كثافة الاراضي الحقيقية والظاهرية - المسامية

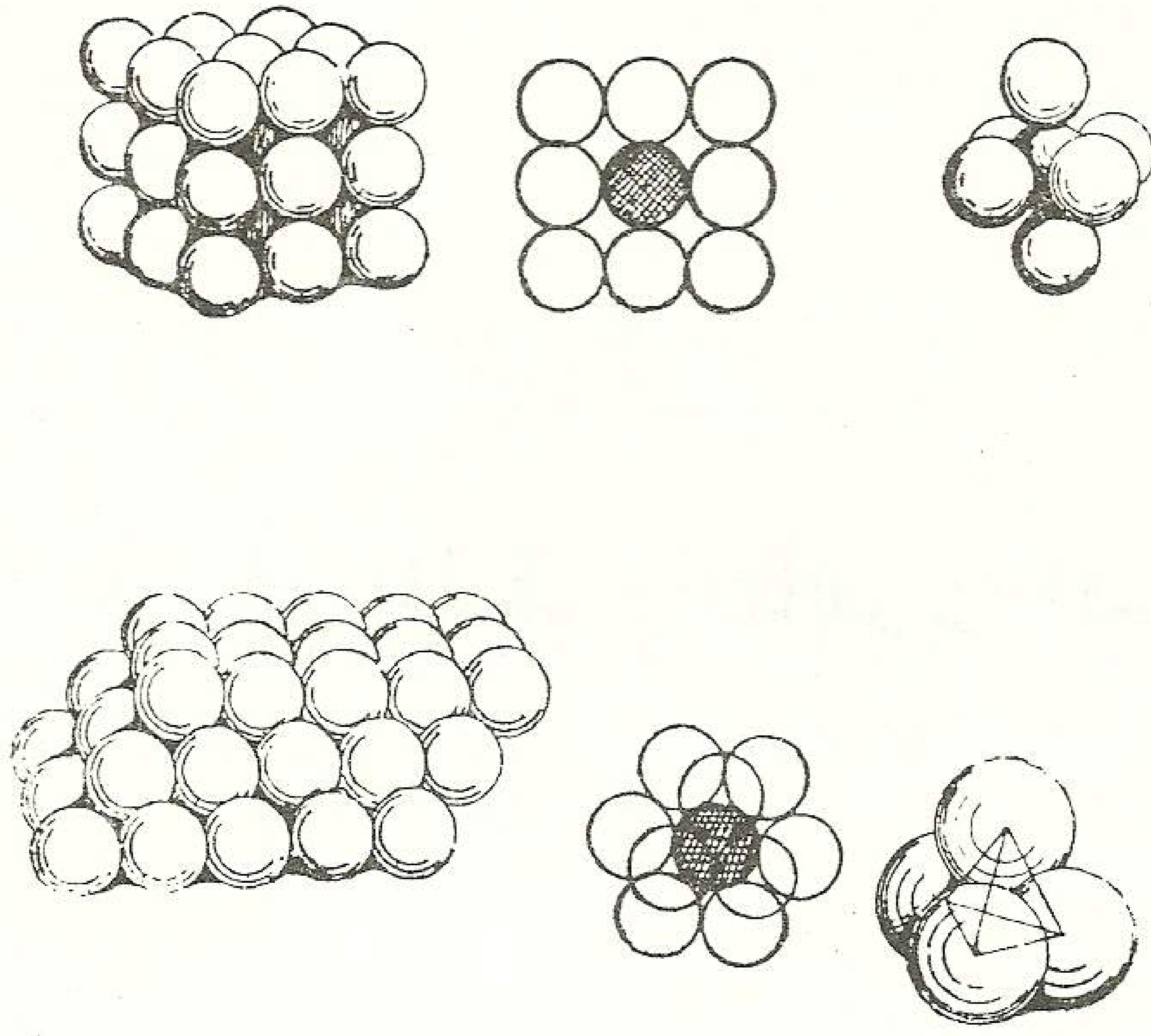
PARTICLE DENSITY — BULK DENSITY AND POROSITY OF SOILS

نظام ترتيب الحبيبات :

ترتيب الحبيبات هو نظام تلاصقها وتجاورها وتماسكها مع بعضها البعض . وتتوقف عليه بعض الصفات المتعلقة باتساع المسافات البينية في التربة مثل الرشح والري والتبخر والتهوية . ويمكن تبسيط فكرة الترتيب بفرض ان الارض مكونة من حبيبات نموذجية ، يمكن ترتيب هذه الحبيبات وفق نظامين وهما نظام التفكك Open or loose packing ونظام التزاحم Close packing . ففي نظام التفكك يمكن أن تكون الحبيبات النموذجية مرتبة في صفوف متعامدة ، وكل حبيبة تمس (٦) حبيبات متجاورة ، وتكون المسافات بينها بشكل معين كما في الشكل (٨ آ) ، وفي نظام التزاحم تكون الحبيبات النموذجية مرتبة في صفوف مائلة ، وكل حبيبة تمس (١٢) حبيبة مجاورة ، كما تكون المسافات البينية مثلثة الشكل . واذا اوصلت مراكز الكرات بعضها ببعض نشأت اهرام ثلاثية ، زواياها مائلة بمقدار (٦٠°) ، كما في الشكل (٨ب) . ويكون حجم المسافات البينية في نظام التفكك حوالي ٤٧٫٦٤٪ من حجم التربة ، بينما يبلغ في نظام التزاحم حوالي ٢٥٫٩٢٪ . ففي نظام التفكك تكون الحبيبة كضمن مكعب ، أما في نظام التزاحم فتكون كضمن هرم. وطبيعي الاتوجد هذه الانظمة كما هي بصورتها هذه في الحالة الطبيعية في التربة ، بل يسود أحد الانظمة على النظام الآخر .

ويمكن تغيير نظام الحبيبات في التربة بالطرق الآلية ، فعمليات الحرث بأنواع المحاريث المختلفة ، والعزق ، والتمشيط ، كلها تدعو الى سيادة نظام التفكك وما يتبعه من اتساع المسافات البينية . اما عمليات التلويط والتسوية والترحيف فكلها عمليات تدعو الى سيادة نظام التزاحم .

واذا استعيض عن الحبيبات الفردية بحبيبات مركبة فان المسامية تزداد تبعاً لذلك . اما اذا دخلت حبيبات صغيرة في المسام بين الحبيبات الكبيرة نتيجة لعمليات الخدمة غير الملائمة فان المسامية تقل ، وتميل مسامية الارض غالباً لنظام « مسامية الحبيبات المركبة » اذا كان بناؤها مناسباً .



شكل (٨) حبيبات نموذجية مرتبة في كل من نظامي التفكك والتزاحم

الكثافة الحقيقية :

تعتبر كثافة الحبيبات الصلبة ، التي تكون الارض ، احدى الوسائل التي يعبر بها عن كتلة الارض . وعادة ما تعرف الكثافة الحقيقية بانها كتلة وحدة الحجوم لحبيبات الارض . ولا تتأثر الكثافة الحقيقية بتنظيم الحبيبات (البناء الارضي) فتكون واحدة في الارض اذا كانت مفككة Loose أو مندمجة Comqact . وتختلف الكثافة الحقيقية باختلاف المعادن التي تكونت منها الارض إذ أنها متوسط كثافات المواد المكونة لحبيبات التربة . وتقع الكثافة الحقيقية للاراضي المعدنية ما بين ٢،٦ — ٢،٧٥غ/سم٣ ذلك لان كثافة الكوارتز والفلسبار والسليكات الغروية تقع في هذا الحد وانها تكون معظم معادن الارض. وتزداد الكثافـــة الحقيقية للاراضي في وجود المعـــادن الثقيلة مثل الماجنتيت والهورنبلند فقد تزيد عن ٢،٧٥ غ/سم٣ . على هذا يمكن القول ان نعومة او خشونة المواد المعدنية ليس لها تأثير على الكثـافـة الحقيقية . ولمـا كانت كتلة المـادة العضوية تقل بكثير عن كتلة الحجم المماثل لها من أي مادة معدنيـة صلبة فان وجود مثل هذه المكونات العضوية يغير في كثافة الارض الحقيقية ، لذلك نلاحظ نقص الكثافة الحقيقية للطبقات السطحية عن الطبقات التحتية الاراضي فقد تنخفض الى ٢،٤غ / سم٣ في الطبقـــات السطحية للاراضي المحتوية على نسبة عالية من المـاده العضوية . وعادة فان متوسط الكثافة الحقيقيـة في الطبقات السطحية للاراضي المنزرعة يمكن اعتباره حوالي ٢،٦٥ غ/سم٣ .

الكثافة الظاهرية :

والطريقة الثانية التي يعبر بها عن كتلة الارض ، تشمل : كثافة الحبيبات الصلبة والمسافات البينية الموجودة بينهـا . وهي كتلة وحدة الحجوم الأرض الجافة . ولا يعـبر الحجم في هذه الحالة عن حجم المـادة الصلبة فقط كما في الكثافة الحقيقية ، وانما يشمل كلا من حجم المـادة الصلبة وحجم المسام .

ولما كانت كتلة الحجم من المادة الصلبة تزيد عن كتلة نفس الحجم من الارض بما فيها المسام، لذا فان الكثافة الحقيقية عادة ما تكون اعلى من الكثافة الظاهرية وتزيد الكثافة الظاهرية في الاراضي المندمجة حيث يعمل الاندماج على زيادة المادة الصلبة في الحجم المأخوذ وبالتالي زيادة كتلة هذا الحجم من الارض . ولا يمكن بأى حال من الاحوال ان تزيد الكثافة الظاهرية عن الكثافة الحقيقية ، كما انه ليس بمعقول ان تتساوى هاتين القيمتين ، فهذا يعني ان المسامية = صفر .

وتتغير الكثافة الظاهرية حسب بناء الارض بمعنى أنها تتأثر بعمليات الخدمة المختلفة ، كما أنها تتأثر بالمادة العضوية في الارض . فالارض المفككة والمحتوية على فراغات كثيرة تكون الكثافة الظـاهرية لهـا صغيرة ، وعلى العكس في الاراضي المندمجة حيث تزداد الكثافة الظاهرية - وعادة تميل الاراضي الرملية التي تتجاور حبيباتها بشدة نظراً لانتظام سطوحها إلى زيادة في كثافتها الظاهرية إذا ما قورنت مع الاراضي ذات الحبيبات الناعمة التي لا تتجاور حبيباتها بنفس الانتظام في الاراضي الزراعية عادة .

ووجود المادة العضوية عموماً يخفض من قيمة الكثافة الظاهرية ليس فقط لانخفاض كثافـة المواد العضوية ، بل الى تحسين البناء الاراضي وزيادة حجم المسام الكلي حيث تجعل البناء اسفنجياً واسعـــاً مفككاً . وتلعب المادة العضوية هذا الدور في كل من الاراضي الرملية والاراضي ناعمة القوام .

وعموماً يلاحظ أن الكثافة الظاهرية في الطبقات السطحية أخفض مما هو في الطبقات العميقـــة ويرجع ذلك الى تأثير عمليات الحرث المستمرة ، وإلى احتوائها على المواد العضوية ، وكذلك عدم اختراق الجذور الى هذه الطبقات ، بالاضافة الى اندماج التربة تحت تأثير وزن طبقات التربة التي تعلوها .

وتقع قيمة الكثافة الظاهرية للأراضي عادة بين ١٫٤ - ١٫٨ غ/ سم٣ . وقد تصل الكثافـــة الظاهرية للطبقات التحتية للاراضي إلى حوالي ٢ غ / سم٣ .

ولا تعبر الكثافة الظاهرية للاراضي عن خواصها الطبيعية فحسب ولكن يمكن الاستعانة بهـا في التعرف على : كمية الماء اللازمة للري والمكونات المعدنيـة ، والمـــادة العضوية ، كما يستعان بها لحساب مسامية الاراضي .

المسامية :

يقصد بمسامية الارض ذلك الجزء منها الذي يشغله المـاء والهواء . وتقدر حالة البناء بمساميـــة

الاراضي ، حيث انها ذات علاقة كبيرة بقوام واندماج وتحبيب الاراضي . وتوجد علاقات رياضية يستطاع بواسطتها تقدير المسامية نذكرها بالتالي :

نفرض ان كثافة التربـــة الحقيقة $\text{ث}_{\text{ق}}$ وكثافة التربة الظاهرية $\text{ث}_{\text{ظ}}$. فاذا اخذنا وزناً معلومـاً من التربة وليكن ك ، كان الحجم الحقيقي لهذا الوزن ك / $\text{ث}_{\text{ق}}$ ، والحجم الظاهري له ك / $\text{ث}_{\text{ظ}}$. ولما كان مقدار المسافات البينية يساوي إلى الحجم الظاهري ـ الحجم الحقيقي ، لذا يمكن القول أن :

$$\text{المسافات البينية} = \frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ظ}}} - \frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ق}}}$$

$$\text{وتكون المسافات البينية في كل ١٠٠ غ} = \frac{\frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ظ}}} - \frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ق}}}}{\text{ك}} \times ١٠٠$$

ويمكن اختصار المعادلة على الشكل :

$$\text{المســامية كتلة} = \frac{\text{ث}_{\text{ق}} - \text{ث}_{\text{ظ}}}{\text{ث}_{\text{ق}} \,.\, \text{ث}_{\text{ظ}}} \times ١٠٠$$

$$\text{وتكون المسافات البينية في كل ١٠٠ سم}^{٣} = \frac{\frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ظ}}} - \frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ق}}}}{\frac{\text{ك}}{\text{ث}_{\text{ق}}}} \times ١٠٠$$

$$\text{المســامية حجماً حقيقياً} = \frac{\text{ث}_{\text{ق}} - \text{ث}_{\text{ظ}}}{\text{ث}_{\text{ظ}}} \times ١٠٠$$

وتنسب المسافات البينية الى الكتلة الجافة او الى الحجم الحقيقي ، كما اوضح في المعادلات السابقة وقد تنسب الى الحجم الظاهري ، وتصبح المعادلة عند ذلك :

$$\text{المساميـــة (حجما ظـاهرياً)} = \frac{\text{الكثافة الحقيقية ـ الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} \times ١٠٠$$

وكما هو واضح فان تقدير المسامية يمكن أن يتم بدلالة الكثافتين فقط .

ويمكن الاستعانة بالجدول التالي في التعرف على مسامية الاراضي المختلفة :

نوع الارض	الكثافة الظاهرية غ/سم٣	الكثافة الحقيقية غ/سم٣	المسامية (ح ظ) ٪
رملية	١،٥	٢،٦٥	٤٣،٤
طميية	١،٤	٢،٦٥	٤٧،١
سلتية طينية	١،٣٠	٢،٦٥	٥٠،٩
طينية	١،١	٢،٦٥	٥٨،٥

ويظهر من الجدول السابق ان المسامية تتأثر : قوام الارض فتزداد في الاراضي الثقيلة عن الاراضي الخفيفة كما تزداد في الاراضي التي تحتوي على نسبة عالية من المادة المضوية ، والاراضي ذات التحبيب الجيد . كما تتأثر بالعمق ، حيث تقل المسامية في الطبقات التحتية المندمجة . وأيضاً فان نظام الدورة المتبعة وتعاقب الحاصيل له تأثير كبير على مسامية الاراضي .

ويوجد نوعان من المسام في الاراضي : مسام واسعة Macropores ، ومسام ضيقة Micropores. والاولى تسمح بمرور الهواء والماء الراشح ، بينما الثانية تعوق مرور الماء ، حيث تقتصر حركة الماء على الخاصة الشعرية . والحقيقة لايوجد حد فاصل بين النوعين . وبناء على ذلك فانه بالرغم من قلة مسامية الاراضي الرملية فان حركة الماء والهواء فيها سريعة ، وهذا يعزى الى وجود المسام الواسعة ، بينما في الاراضي الثقيلة ، فان وجود المسام الضيقة يجعلها تحتفظ بالماء ، ويبطيء من سرعة حركة الماء والهواء، وتكون المسامية في هذه الحالة أعلى من الاراضي الخفيفة . فالمهم اذن ليس كمية المسافات البينية الكلية الموجودة في التربة ، بل حجم هذه المسافات وكذلك نسبة المسام الواسعة الى المسام الكلية . فالعمل على تخفيف وتحبيب الاراضي الثقيلة يشجع التهوية ، ليس هذا بزيادة المسافات البينية الكلية ، ولكن بزيادة نسبة المسافات الواسعة .

وقد تصل نسبة المسافات البينية في الاراضي الرملية الى ٣٠ ٪ أما في الاراضي الطينية المجمعة حبيباتها قد تصل الى ٥٥ - ٦٠ ٪ حجما .

والعلاقة السابقة تبين أنه كلما قلت الكثافة الظاهرية يزداد مقدار المسافات البينية والعكس صحيح. وعلى ذلك فالاسباب والعوامل التي تدعو الى زيادة الكثافة الظاهرية تدعو الى انقاص المسافات البينية ، والتي تدعو الى نقص الكثافة الظاهرية تزيد المسافات البينية . إذن مقدار المسافات البينيـة ينقص كلما زادت الكثافة الظاهرية .

ومن الضروري الاشارة الى دور الآلات الزراعية في ذلك ، فان استخدام الآلات الثقيلة وتنفيذ

الاعمال الزراعية المجهدة في الاراضي الخفيفة تؤدي إلى كبس التربة بشدة مما يزيد الكثافة الظاهرية وبالتالي تقل كمية المسام فيها . وعلى العكس في الاراضي الثقيلة ، فان اثارة التربة جيداً يتطلب آلات ثقيلة وعمليات خدمة مستمرة وذلك من أجل تحويل المسام الضيقة الى مسام واسعة . ولذلك تختار الآلات الخفيفة للاراضي الخفيفة والآلات الثقيلة للاراضي الطينية كي تتمكن من خدمة الارض .

كما أن عملية الري وما يتبعها من تمدد في التربة يؤدي الى انقاص الكثافة الظاهرية ، وينتج عنها ازدياد في سعة المسافات البينية . وبالعكس كلما جفت التربة وزادت كثافتها الظاهرية نقصت سعة المسافات البينية لها .

وعلى أي حال يمكن ان يقال ان العوامل التي تؤدي الى تجميع الحبيبات كاضافة المادة العضوية أو املاح الجير تزيد من المسافات البينية ، بينما العوامل التي تعمل على تفريق الحبيبات المتجمعة تخفض من قيمة هذه المسافات . فالملاحظ في الاراضي القلوية ، التي تتسبب قلويتها من وجود كربونات صوديوم وهي مادة مفرقة للحبيبات الارضية ، ان مسافاتها البينية تقل بصورة ملحوظة نتيجة للتفرق .

الفصل الخامس

التغيرات الحجمية في الاراضي

VOLUME CHANGE IN SOIL

يلاحظ في الاراضي التي تحتوي على نسبة من الطين ، انها عندما تجف تتشقق شقوقاً تختلف في العمق حسب درجة الجفاف ، وحسب نسبة الطين بها فقد تصل الشقوق في الارض الطينية الى عمق بضعة اقدام . وهذه الشقوق تزيد في سرعة ودرجة جفاف الارض ، مما يساعد على انكماش الارض وزيادته وضوحاً . وقد ذكر جرين H. Green في وصفه لقطاع النموذجي بالسودان ان جزءاً من تربة السطح يسقط في الشقوق على عمق بضعة اقدام ، فتنتسب عن ذلك دورة مستمرة بطيئة في مواد التربة بمعنى ان مواد التربة تسقط الى تحت التربة وتصير جزءاً منها ، ويحل محل التربة الساقطة تربة جديدة وهكذا . ولقد لوحظت نفس الظاهرة من قبل زين العابدين في أراضي كل من حوران وسهل العكاري وبعض مناطق حلب وهذه الظاهرة تؤدي الى تأخير تكوين قطاع أرضي في التربة ، نظراً الى المزج الطبيعي الذي يحدث باستمرار بين الطبقات السطحية والطبقات التحتية التي يمتد التشقق الطولي اليها .

ويمكن ملاحظة التمدد بالابتلال Expansion والانكماش بالجفاف Shrinkage مخبرياً ، بري علبة مملوءة بالتربة حتى السطح رياً غزيراً فيلاحظ أن التربة تنتفخ ويزداد حجمها ، فاذا تركت لتجف ، فيلاحظ نقص في حجم التربة يزداد باضطراد الجفاف حتى يصل لحد أدنى ، وإذا مارويت الارض ثانية عادت فشغلت الحجم السابق من جديد .

ويحصل التمدد بالابتلال ، والانكماش بالجفاف في التربة نتيجة لعاملين :

الأول :

وجود الغرويات الارضية من طين ومادة عضوية .. وهذه المواد تميل الى امتصاص الماء مع زيادة في حجمها عند الامتصاص . فعند انتفاخ هذه المواد فانها تدفع الحبيبات بعيداً عن بعضها البعض بقدر

تمددها ، كما أن جفاف هـــذه المواد ، بتبخر المـــاء منها ، ينقص حجمهـــا المنتفخ فيصغر الحجم الظاهري للارض .

الثـاني :

ضغط الاغشية المائية حول الحبيبات ، وأثر هذه الاغشية مساعد لأثر الغرويات والمادة العضويـة ، فوجود الماء بكثرة يسبب زيادة في سمك الاغشية فترتخي وتسمح بالتمدد الذي تعمله الغرويات الارضية ، بينما تقصر هذه الاغشية بالتبخر ، يزيد من تقصر الخصـــور بين الحبيبات ، فتجذب الحبيبـــات وتقربها بعضها الى بعض .

ونتيجة لهاتين الظاهرتين ، أي التمدد والانـكماش في التربة ، تظهر الشقوق فيها وتحـدث نتيجة لاختلاف درجات الانـكماش ، والذي يحصل في جميـع الاتجاهات ، ان يحصل التمزق والانفصـــال في النقط الضعيفة التماسك وتبدأ الشقوق أولاً على السطح بسبب فقده بسرعة للماء بالتبخر ، ويزداد عمـق الشقوق باضطراد مع جفاف التربة من السطح الى ما تحته من الطبقات .

ويستفاد من الشقوق في تهوية الارض ،كما انها تساعد على تبخير الماء منها وتعجل بفقده ،وفي نفس الوقت تساعد على سرعة الرشح ، واذا حدث التشقق في منطقة نمو الجذور فانه يمزق جذور النباتات .

وتتشقق الارض عادة في نظام خاص يعتبر دليلا على نوع الارض كما يدل دلالة ذات قيمة على خواصها ، فتكون الشقوق واضحة وعميقة في الاراضي الطينية إذ تكون الكتل كبيرة الحجم ، بينما تكون اصغر حجما والشقوق اقل وضوحاً في الاراضي الغرينية ، اما الاراضي الرملية فلا تتشقق عادة إلا إذا اختلطت بنسبة من السلت والطين .

ويهمنا من الوجهة الزراعية معرفة التغيرات الحجمية المتعلقة بالانـكماش اكثر من التمدد . ويمكن تقسيم الميكانيكا التي تحدث الانـكماش الى فترتين :

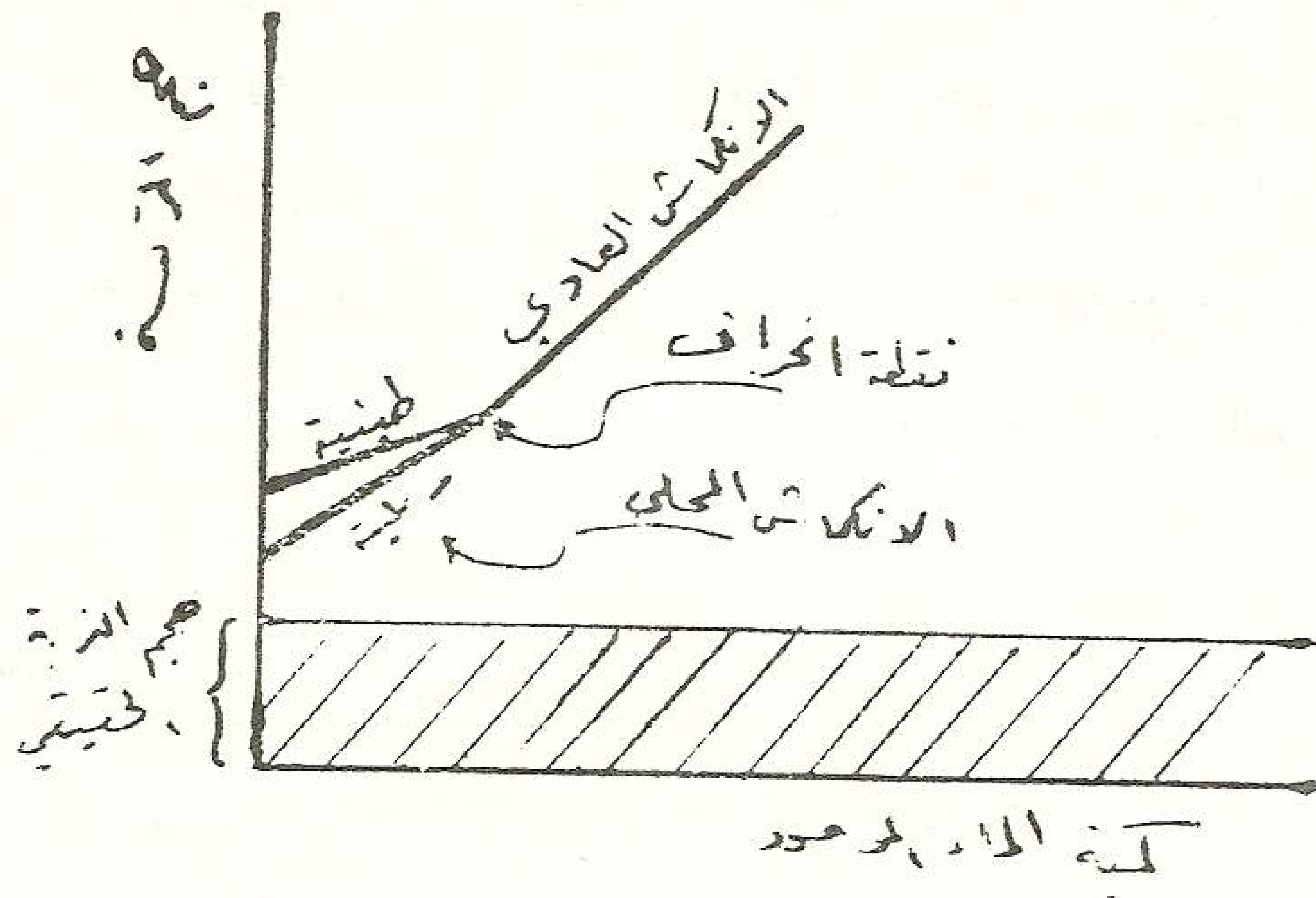
١ - الفترة الأولى :

الانـكماش في الحالة ذات الصورتين (ارض وماء فقط) أي أن التربة مشبعة بالماء كلية ؛ فاذا اخذنا كتلة من الارض في هذا الطور نجد ان جميـع المسام مشغولة بالماء ، واذا وجد عـلاوة على ذلك ماء على السطح ، فان الجذب السطحي يعمل تماماً كما في حالة سطح المـاء الحر ، أي في اتجاه افقي ، ولا يكون له تأثير مطلقاً حتى يبتدىء الجفاف . وعندما يتجه الماء الى أسفل في حركته ، مخترقاً المسام الارضية ، يجذب معه الحبيبات بقـوة تساوي الجـذب السطحي وقد وجد أن قطر الحبيبات يؤثر على القوة الجاذبة فتزداد في الاراضي الطينية وتقل في الاراضي الرملية .

وبقياس حجم الانـكماش الذي يحدث في هذا الطور ويسمى طور الانـكماش العادي ، نجـــد أن النقص في حجم التربة الكلي يساوي الى النقـص في الوزن الذي يرافق تبخر الماء من التربة ، أي أن

العلاقة التي تربط حجم الارض ونسبة الرطوبة فيها في هذا الطور هي علاقة خط مستقيم ، وامتداد هذا المستقيم ينصف الزاوية القائمة المحصورة بين محور العينات وبين مـوازٍ لمحور السينات من نقطة التقاطع .

وهذا يعني أن النقص في وزن المـاء أو حجمه نتيجـة التبخر يرافقه نقص مساو تماماً في حجم الارض – شكل (٩) .



شكل (٩) العلاقة بين نقص حجم التربة الكلي وبين فقد الرطوبة منهـا

٢ – الفترة الثانية :

انكماش الارض في الحالة ذات الثلاث صور (مادة صلبة + ماء + هواء) . في هذا الطور يصعب انزلاق الحبيبات على بعضها باستمرار الجفاف ، ونظراً لاختلاف الحبيبات في الترتيب والشكل فانـه يحصل اختلاف في القوة المؤثرة ويبدأ الهواء في الدخول من مناطق الضعف . ويصحب الجفـف في هذا الطور تغير في الحجم ، ولكن العلاقة السابقة تنحرف عن الخط المستقيم حيث يكون النقص في حجم الارض اقل من النقص في وزنها ويبدأ الهواء في الدخول .

ويطلق على انكماش الارض في هذا الطور بالانكماش المحلي . وتسمى النقطة التي يتحـول فيهـا الانكماش من العادي الى المحلي بنقطة الانحراف . وهذا التغير يكون واضحـاً في الاراضي الطينية عنـه في الرملية ، وتكون الكتل الناتجة اصلب نظراً لصغر الحبيبات فيكون التلاصق بينها تاماً والتماسك اشد .

ويرجع السبب في الانكماش المحلي الى :

١ ـ ان حجم الجزيئات المائية يكون اقل من الحقيقة نتيجة لضغطها قرب وحول الحبيبات .

٢ ـ عند فقد الماء من التربة ، تقترب الحبيبات من بعضها وتماس بدرجة اكبر ، ولكن معدل فقد الماء يكون اكبر من معدل النقص الناتج في حجم الارض ويلاحظ أن مقدار الانحراف يكون كبيراً وواضحاً في الاراضي الطينية وأقل وضوحاً في الارض الرملية. ويرجع ذلك لصغر الحبيبات ومايتبع ذلك من زيادة السطح المعرض والقوي الجاذبة للماء . والانكماش المحلي في الاراضي الرملية غير مهم نظراً لكبر الحبيبات وما يتبع ذلك من صغر سطحها المعرض وضعف القوى الجاذبة للماء ، وبذلك يمكن أخذ فكرة عن قوام الارض من تتبع الانكماش في الارض فنجد انه يبلغ الحد الاعظم في الاراضي الطينية ، والنهاية الصغرى في الاراضي الرملية أما متوسطة القوام فيقع منحنى انكماشها بين النهايتين.

ويطلق مهندسو البناء اسم حد الانكماش Shrinkage limit على درجة الرطوبة التي لا يحصل عندها أي نقص مطلقاً في حجم الارض نتيجة لفقد الارض .

تأثير الابتلال على التغيرات الحجمية :

إذا بلت كتلة من الارض الجافة بكمية من الماء تكفي لرفع الرطوبة إلى الطور ذي الصورتين (أي الانكماش العادي) فان العلاقة بين حجم الارض والماء المضاف تنطبق تماماً على منحنى الجفاف . أما إذ بلت كتلة الارض الجافة بكمية من الماء بحيث تصل الرطوبة الي طور الانكماش المحلي فقط ، فعند ذلك تختلف العلاقة بين الحجم الكلي للارض وكمية الرطوبة في حالة الابتلال عما لو كان الانتقال نحو الجفاف . إذ يلاحظ ازدياد حجم الارض الكلي في طور الابتلال . ويرجع ذلك الى وجود بعض الهواء الذي يبقى محصوراً في المسام والذي لا يستطيع الخروج من هذه المسام بسهولة ، نظراً لأن سرعة أخذ الماء تكون أكبر من سرعة خروج الهواء من المسام خصوصاً في الطبقات تحت السطحية . وتبعاً لذلك يزداد الحجم الكلي للارض ويعمل الهواء المحصور على الضغط على الحبيبات المحيطة به مما يضعف تماسكها.

ويستفيد المزارعون من هذه الخاصة عندما تتصلب الاراضي ولا تسهل خدمتها نتيجة للجفاف الزائد خصوصاً بعد الحصاد ، فأفضل طريقة لتسهيل خدمتها هي ري الارض رياً سريعاً بكمية قليلة من المياه تكفي لرفع الرطوبة الي حدود طور الانكماش المحلي ثم الانتظار حتى الجفاف المناسب فنجد أن الخدمة تسهل كثيراً . وتشاهد هذه الظاهرة في الاراضي المحروثة عندما يسقط عليها المطر فنجد انها تتفكك وتصبح سهلة الخدمة

الفصل السادس

بناء التربة

SOIL STRUCTURE

لما كان قوام الارض مهم جداً في التعرف على بعض خواصها ، فان تنظيم الحبيبات يعتبر أكثر أهمية . وتشير كلمة بناء التربة الى نظام ترتيب الحبيبات الفردية والمركبة التي تكون الارض نتيجة لعمليات الانتفاخ والانكماش ، ويتكون من مجموعة الحبيبات بناء مميزاً لكل أرض . ويتميز القطاع الارضي ببناء معين ، كما قد يختلف تحبب التربة من طبقة الى اخرى.وتتأثر خواص الارض، كحركة الماء ، وحرارة الارض وتهويتها ، والكثافة الظاهرية والمسامية ... . تتأثر بالبناء الارضي ، وأهم التغيرات الطبيعية التي يهدف اليها المزارع ، بالحرث والخدمة والعزق والتسميد واضافة المصلحات الى أرضه ، ترتبط ببناء الارض أكثر منه بقوامها .

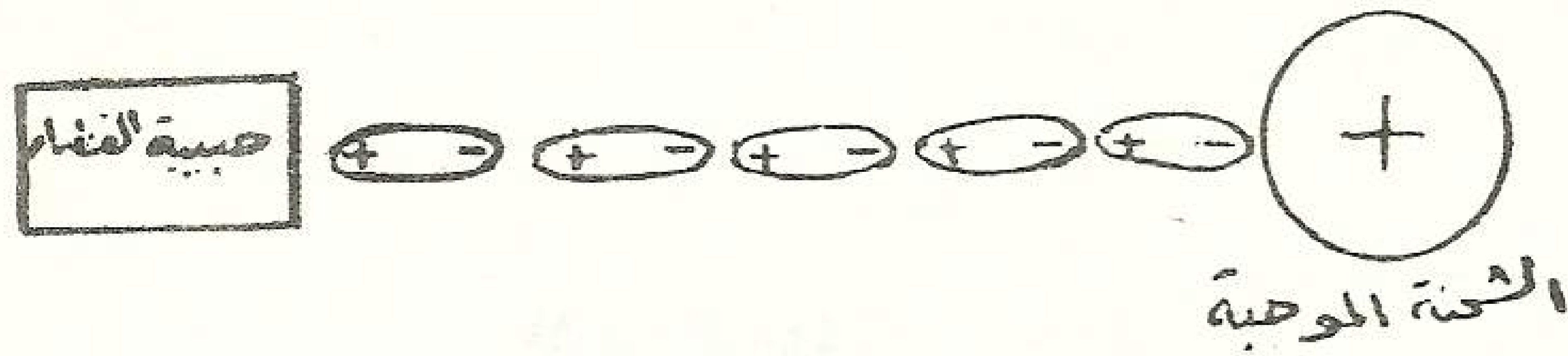
ومعظم المواد الاصلية التي تكون الارض ، مثل : الرمل والسلت ، لا يظهر عليها أي نوع من أنواع البناء الارضي إذا افتقرت الى المواد الرابطة كالطين مثلا .

ميكانيكية البناء :

يعتبر جزيء الماء ذا خواص قطبية (ولذلك يشترك الماء في تفاعلات مختلفة مع الايونات والمواد الذائبة) ، كما أن حبيبات الارض الغروية تتفاعل مع الماء المحيط بها كما تتفاعل الالكتروليتات (المواد والاملاح المتأينة مثل NaCl) تماماً . وبما أن معظم الحبيبات في الارض ذات شحنة سالبة فان هذه الشحنات يجب أن تتعادل بجذب شحنات مساوية لها موجبة ، وعادة تجذب اليها ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والهيدروجين . هذه الكاتيونات يمكن أن تتحرك جزئياً في الماء ، وتبتعد عن سطح الحبيبات ولكن مع ذلك تبقى نسبة الكاتيونات قرب السطح أكثر منها في أي مكان آخر .

وتنظم جزيئات الماء نفسها على طول خطوط القوى الكهربائية الممتدة بين كل شحنة غير حرة

(سالبة) في سطح الحبيبة وكل ايون مستقل عن سطح الحبيبة .



شكل (١٠)

وبذلك يصبح كل من الكاتيون والأنيون (حبة طين مثلا) محاطاً بغشاء من الماء . فعند تقارب الجزيئات من بعضها نتيجة لعمليات الجفاف يزداد تركيز الحبيبات نسبياً ، وتتكون بعض حلقات اتصال من جزيئات الماء بين انيون الحبيبة والكاتيون الحر ، هذه الحلقات هي التي تربط الحبيبات ببعضها، وتتوقف قوة الربط هذه على طول هذه الروابط وعدد نقط الاتصال .

فعند جفاف الارض يقصر طول الروابط ويزداد عدد الكاتيونات ، لزيادة التركيز ، المشتركة بين الحبيبات المتجاورة . وبهذا تزداد قوى الربط بين الحبيبات مع الجفاف ، ونظراً لاختلاف الكاتيونات المختلفة في قوى الربط فان مجاميع الحبيبات تنفصل عند نقطة الضعف ، فينتج عن ذلك شقوق في الارض ، وحبيبات مركبة ذات نظام خاص يميز الاراضي المختلفة .

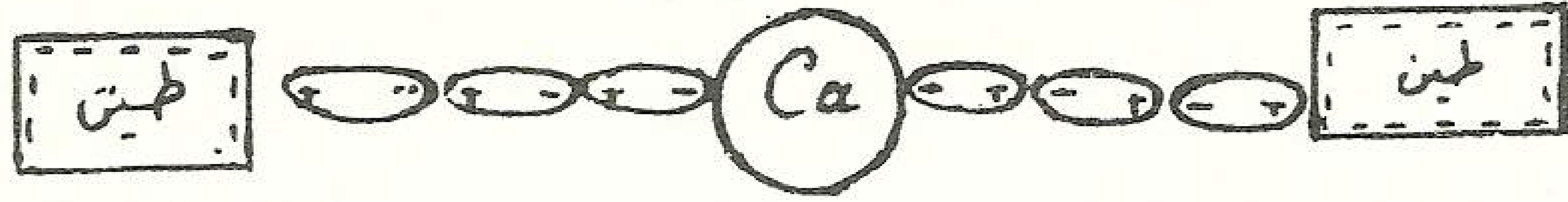
والى حد مايشبه الحبيبات وتحولها الى حبيبات مجمعة متماسكة تكوين البلورات ، بمعنى انها تميل الى تكوين مستويات تنفصل أو تتكسر بموازاتها . وتكون لمستويات الانفصال هذه حواف ذات زوايا حادة أو مائلة أو مستديرة ، ويندر أن تكون المجمعات في الارض ذات شكل وحجم واحد خصوصاً على السطح ، ولكن يبدأ شكل البناء في الوضوح كلما تعمقنا وبعدنا عن السطح .

وفي حالة غياب الكاتيونات أو قلتها ، تنعدم حلقات الاتصال أو تكون قليلة جداً ، ولذا لا تتكون شقوق . وإذا تكونت فانها تكون غير عميقة ، ولا تكتسب الارض بناءاً خاصاً ، بل تكون فردية الحبيبات . وفي حالة وجود نسبة عالية من الأملاح التي تعمل على الاقلال من درجة الانحلال المائي ، فان نقط الاتصال بين الحبيبات تقل . ولا يتكون من ذلك شقوق أو بناء خاص ، بل تبقى الارض مفككة ويظهر ذلك بوضوح في الطبقة السطحية للاراضي الملحية والقلوية .

وهناك اصطلاحان يشيران الى بناء التربة :

١ ـ التجمع Flocculation ، ويقصد به تجاذب حبيبات التربة نتيجة للشحنات الكهربائية الموجودة في التربة ، وسرعان ما تتحطم هذه التجمعات عندما توضع في صورة معلق بالماء .

ويرجع سبب التجمع هذا الى مايسمى بالخواص الالكتروكينيتية لنظام الارض . فان الكاتيونات التي تمسك بشدة على السطوح الغروية تعمل على خفض الجهد الكهربائي (Zeta Potential) لنظام الارض وبالتالي يسمح للحبيبات أن تنضم معاً أو تتجمع . وعموماً فان الكاتيونات ثنائية التكافؤ والتي ترتبط على الطين بشدة أكثر من الكاتيونات أحادية التكافؤ تعطي أنظمة ذات جهد كهربائي أقل مما تعطيه الكاتيونات أحادية التكافؤ المشابهة لها بالحجم . كذلك فان الكاتيونات شديدة التأدرت كالصوديوم تعطي أنظمة ذات جهد كهربائي مرتفع ، إذ أن غشاء الماء السميك يمنع نشاط الكاتيون من الامتصاص على السطح ، ولذلك يميل عنصر الصوديوم لتفريق حبيبات التربة ، في حين يميل الكالسيوم لتجميعها .



شكل (١١) ارتباط حبيبتين طين بالكالسيوم ثنائي الشحنة

ويبين الشكل رقم ١١ ارتباط حبيبتي طين تحملان شحنة كهربائية سالبة بواسطة كاتيون الكالسيوم الموجب ثنائي الشحنة . ويستطيع كل من الحديد والالومنيوم وغيرها من الكاتيونات عديدة الشحنة القيام بهذا الدور في التربة .

كذلك تقوم الكاتيونات عديدة الشحنة بدور التجاذب الكهربائي بين جزيء الدبال المعقد وبين حبيبة طين أو جزيء دبال آخر ، وذلك تبعاً لنفس الفكرة التي يقوم بها الكاتيون بتجاذب حبيبتين طين. إذ أن الدبال يحمل شحنة كهربائية سالبة كالطين ، حيث أن الايدروجين الموجود في المجموعة الحمضية (R-COOH) قد يزاح لسبب من الاسباب وعند ذلك تصبح المجموعة سالبة الشحنة ($R\text{-}COO^-$) وعند ذلك تقوم الكاتيونات العديدة الشحنة بترتيب نفسها بين جزيئات الدبال وبعضها أو بين الدبال والطين .

٢ ـ المجمعات الثابتة Stable aggregate او المحببات : بعد ان تتجمع حبيبات التربة تحت تأثير لتجمع flocculation بالتجاذب الكهربائي ، قد ترتبط بفعل المواد اللاحمة الموجودة في التربة ، وبذلك تحول التجاذب الكهربائي إلى التحام مما يجعل هذه المواد ملتحمة متماسكة ، وعند رجها بالماء لا تتباعد و تتحطم بل تبقى كما هي . والمواد اللاحمة فى التربة إما أن تكون عضوية كالدبال أو معدنية مثل كاسيد الحديد والالومنيوم أو كربونات الكالسيوم وغيرها .

ويميل المزارعون إلى تكوين المجمعات الثابتة في أراضيهم بالتسميد العضوي واتباع عمليات الخدمة

الملائمة وكذلك دورة زراعية مناسبة ، نظراً لأن هذا النوع يحفظ البناء من أن يتحطم تحت تأثير مياه الامطار أو مياه الري .

العوامل التي تؤثر في تحبيب التربة

إن للبناء الارضي الجيد أهمية كبيرة في الزراعة ، ويبدأ ذلك منذ زراعة البذرة حتى الحصاد ، فالبناء الجيد يعطي للبذور مرقداً ملائماً يحفظ فيه الرطوبة والهواء اللازمين للانبات . كذلك تستطيع الجذور ان تنتشر في التربة بسهولة باحثة عن الغذاء والماء دون وجود طبقات تعيق هذا الانتشار ، فمثلا وجود طبقة طينية ولو رقيقة في التربة تؤدي الى تكوين ما يعرف بالطبقة الصماء Clay pan تمنع رشح الماء والهواء فيها كما تمنع اختراق الجذر لها ، ويزيد البناء الارضي الجيد المسام الواسعة في الارض الطينية ، كما يقلل من اتساعها في الارض الرملية وبذلك تزداد قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء فضلاعن سهولة رشح الماء وانتقاله فيها . وتتأثر عملية التحبيب في التربة بالعوامل الآتية :

١ ـ معادن الطين والالكتروليتات الموجوده في التربة ، وعلى الاخص مركبات الكالسيوم وقد سبق شرحه .

٢ ـ المواد المضوية الغروية ، وتفسير تأثيرها العلمي غير معروف بالضبط نظراً لتعقيد تركيب هذه المواد من جهة ، وعدم ثباتها من جهة أخرى . ولعل خواص الدبال الكهركيماوية مشتركة مع خواص الطين تعمل على تنظيم المجمعات ثم تثبيتها ، كذلك فان الافرازات المخاطية والنواتج اللزجة للميكروبات قد تشجع على ذلك . والمادة المضوية لا تقوم بتشجيع التحبيب فقط بل تنقص الوزن وتزيد الحجم أيضاً ، وبذلك تهيء المسام المميزة للمجمعات بالارض

ويبدو ان تحبيب الاراضي الطينية لا يمكن تشجيعه دون وجود كميات معينة من الدبال . وينسب العلماء الروس التركيب الجيد لأراضي تشيرنوزم المنتشرة في بلادهم إلى وجود المواد المضوية بها . والمهم أن نعرف أن فعل الدبال في تحسين البناء الارضي غير مستمر ولذا يجب إضافته باستمرار إذا أريد تحسين بناء الارض . ويطلق على الجزء الذي لم يعد قادراً على تحسين البناء اسم « الدبال السالب » .

٣ ـ اكاسيد الحديد والالومنيوم : عند تجوية الصخور والمعادن ينفرد بعض الحديد والالومنيوم من مركباتها على صورة إيدروكسيدات ثلاثية ، وهذه الايدروكسيدات لها خواص غروية غير عكسية أي عند جفافها تتحول إلى أكاسيد وتفقد معها الخاصة الغروية . ولما كان الحديد والالومنيوم شحنة كهربائية موجبة ثلاثية لذلك فانها تقوم بدور الربط بين الشحنات السالبة في الطين ، وتجعلها ملتحمة بعد الجفاف .

٤ ـ تأثير ابتلال التربة ثم جفافها المتوالين ، وهذا يؤدي الى تمدد التربة وانكماشها الذي

سيؤدي بالتالي الى تكسير الحبيبات عند نقط الضعف . كذلك فان ضغط الهـــواء المحبوس في المسافات الداخلية عند ابتلال الارض في طور الانكماش المحلي ، فان هـذا يعمل على ضغط الحبيبات وبالتـــالي تكوين حبيبات مركبة .

ه ـ تأثير جذور النباتات على التحبيب : ـ ويمكن ان يرجع الى العوامل التالية :

آ ـ يتسبب عن نمو الجذور والشعيرات الجذرية وامتدادها ، ان تتكسر الحبيبات في نقط الضعف فتتكون حبيبات مركبة .

ب ـ تعمل عصارات الجذور على تجمع الغرويات ولحمها .

ج ـ تعمل المواد العضوية الناشئة عن تسطين وانحلال جذور النباتات بعد موتها وتفسخهـا ، على تكوين الحبيبات المركبة .

٦ ـ التحبيب الناشيء عن تجمد الماء ثم انصهاره : فعند تجمد الثلج وتكـون البلورات الثلجيـة في الفجوات يزداد حجم الثلج ، وتتكسر الكتلة المتماسكة الى اجزاء اصغر ، وفي نفس الوقت يعمـل الضغط الناشيء في الاجزاء المجاورة على تكوين مجموعات من الطين ذات تركيب حبيبي .

٧ ـ تأثير عمليات خدمة الارض كالحرث والتزحيف .. الخ : ولهذه العمليات تأثيران متضادان أحدهما يساعد عملية التحبيب ، والآخر ضار لها . والتأثير الحسن قصير الامد ، إذ أن آلات الخدمة تساعد على تفكيك الارض وخلط المادة العضوية وتهيئة مهد ملائم للبذور ، ولكن استمرار عمليـات التمهيد لفترة طويلة لها تأثير معطل في تجمعات سطح التربة ، فهو يساعد أولاً على سرعة أكسدة المادة العضوية في الارض ، وثانياً فان آلات التمهيد الثقيلة تعمل على تحطيم تجمعات الارض الثابتة .

انواع البناء الارضي :

توجد للبناء الارضي أشكال عدة ، وقد يسود في القطاع الارضي نوع واحد من البناء ، والاغلب أن تتعدد صور البناء حتى في القطـــاع الواحد ، وعمومـــاً يمكن أن تقسم انواع البناء الارضي الى مجموعتين كبيرتين هما :

١ ـ أرض عديمة البناء : Structureless ويعتقد أن أشكال البناء المختلفة تنشأ من هذا النوع وعادة ما تكون في أحد صورتين :

آ ـ حبيبات مفردة : ويشيع وجودها في الطبقات السطحية في الاراضي الرملية ، حيث تظهـر كل حبيبة رملية منفصلة عن الاخرى عند الجفاف .

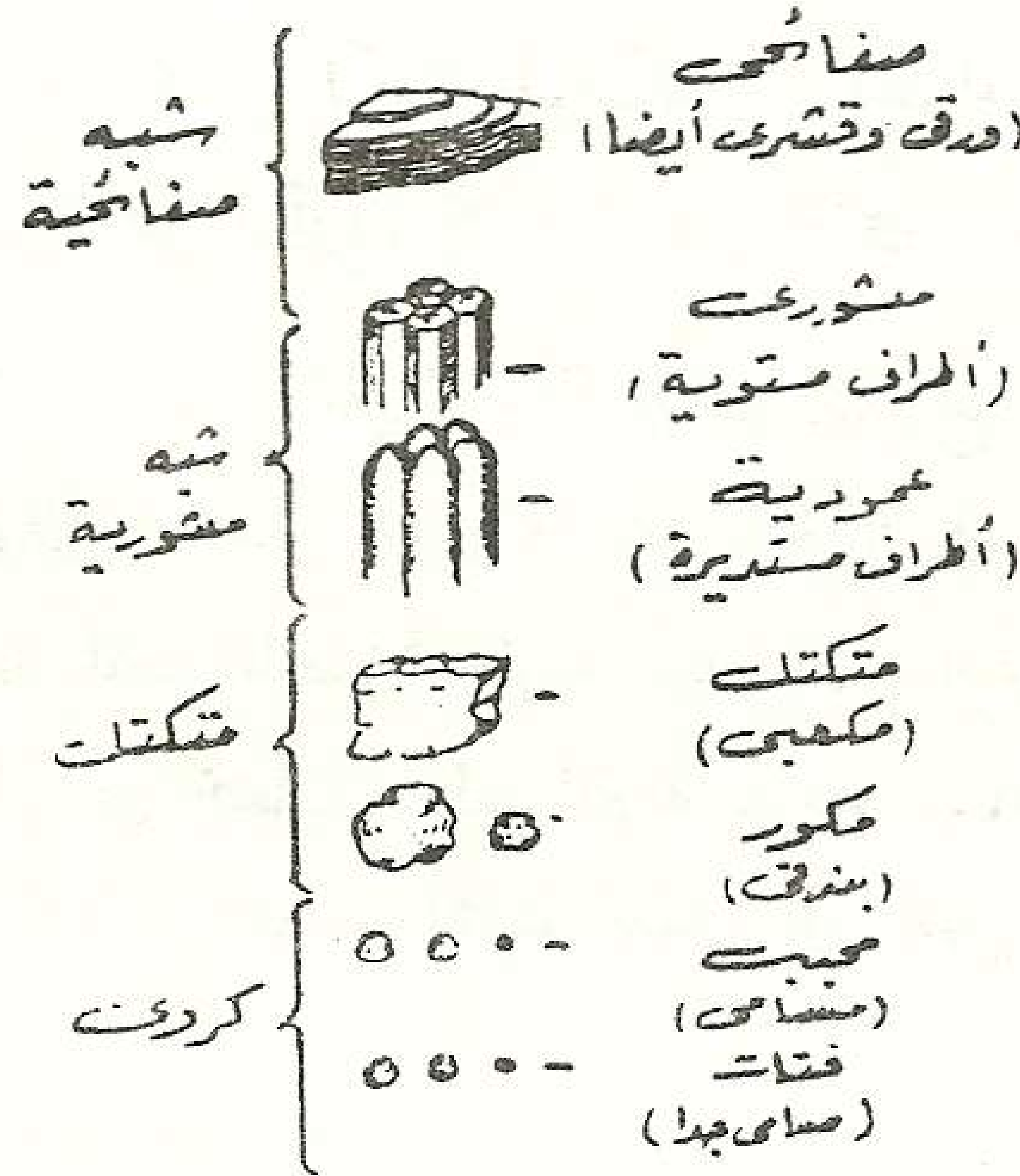
ب ـ حبيبات متجمعة بشكل مندمج Massive : ويشيع وجودها في الاراضي الرملية السلتية

والسلتية الرملية والسلتية . وتعمل المادة العضوية وكذلك كمية الطين البسيطة على تغيير الوسط الى بناء محبب ضعيف ، وفي هذه الحالة فان وحدات الارض تكون كبيرة وغير منظمة ، ولا يميزها شكل معين .

٢ – ارض ذات بناء معين : وتوجد منه انواع عديدة أهمها :

آ – البناء الطبقي Platy : وفيه يكون ترتيب الحبيبات او مجاميعها Aggregates في طبقات أفقية رقيقة . ويوجد هذا النوع من البناء في افق (آ) في الاراضي غير المزروعة أو بعض المناطق الرطبة . وهو بناء غير مرغوب فيه نظراً لقلة المسام الموجودة بين الحبيبات وما يتبع ذلك من قلة الهواء وبطء حركة الماء .

ب – البناء العمودي Columnar أو الموشوري Prismatic : يتكون هذا البناء اثناء عملية جفاف الارض التى تحتوي على طين غروي صودي حيث تتشقق الارض في شقوق طولية ، تختلف أعماقها، أما عرضها فقد يصل الى ١٥ سم أو أكثر . ويغلب وجود هذا النوع في افق (ب) في الاراضي



شكل (١٢)
شكل تخطيطي لانواع البناء الاراضي

القلوية الناضجة المعروفة باسم Sotonetz ، وهو بناء غير مرغوب فيه نظراً لقلة المسام الموجودة ، وصعوبة اختراق الجذور والماء لهذه الطبقة . ووجود هذا البناء في أفق (ب) يساعد على ازالة أفق (آ) عند نزول أمطار غزيرة خصوصاً اذا كانت الارض منحدرة . ويتكون النظام العمودى بعد تكون النظام الموشوري ، حيث تتآكل كل حواف الموشور وينشأ عنه النظام العمودي .

ج ـ البناء المشطي Crumbular والحبيبي Granular : ويتكـون من مجاميع من الحبيبـات مفككة ، ويمكن تكسيرها بسهولة ، وتحتوي نسبة عالية من المسام . ويعتبر هـذا البناء انسب الانواع التي يجب العمل على ايجادها في الاراضي الزراعية نظراً لسهولة خدمتها ، وملاءمتها لنمو النبات .

ومما يساعد على ايجاد هذا البناء زيادة نسبة المادة العضوية ومركبات الكالسيوم في الارض . ولقد لاحظ المؤلف انتشار البناء الحبيبي هذا في كثير من الاراضي السورية خصوصاً في سهول حلب وحوران وحمص وحماه وبعض سهول الجزيرة والساحل .

د ـ بناء متكتل Blocky أو ادوبي Adobe : ويتكون في الاراضي الطينيةالثقيلة اثناء الجفاف حيث تنكمش الارض بشدة ، ويترتب على ذلك حدوث شقوق واسعة وعميقـة . وتقسم الارض الى كتل Blocks كبيرة نسبياً ، ذات جوانب مسطحة تعمل زوايا قائمة تقريباً مع بعضها ، أي يمكن القول انها مكعبة الشكل تقريباً بطول الضلع ٢٠ ـ ٥٠ سم.. والعوامل التي تمنع حدوث هذا البناء هو وجود كمية من الاملاح الذائبة وكربونات كالسيوم والمواد العضوية والرمل .

وقد تنقسم الكتل الكبيرة الى مجاميع أصغر حجماً ، يتراوح قطرها بين أقل من ١ سم حتى ١٠ سم وتأخذ عدة اسماء : فاذا كانت الحواف حادة سمي البناء متكتلا . واذا تحولت إلى شبه استدارة سمي البناء بندقياً أو كروياً .

ومن الممكن اضافة نوع ثالث الى النوعين السابقين وفيه تكـون الارض ذات بناء متـدهور Destroyed Structure ويحدث هذا اذا حرثت الارض الطينية وهي مبتلة فانها تصبح لزجة puddled وتقلل اللزوجة من مسامية الارض ، ويصبح سطح الارض في حالة متمجنة Cloddy غير مرغوب فيها. ويمكن الاحتفاظ بالبناء الحبيبي المرغوب فيه باجراء العمليات الزراعية عند مستوى رطوبة معينة في الارض ملائمة وتعتبر الاراضي اللزجة مهـد غير مناسب للبذور ولنمو النباتات ، ويعزى هذا الى تدهور الخواص الطبيعية .

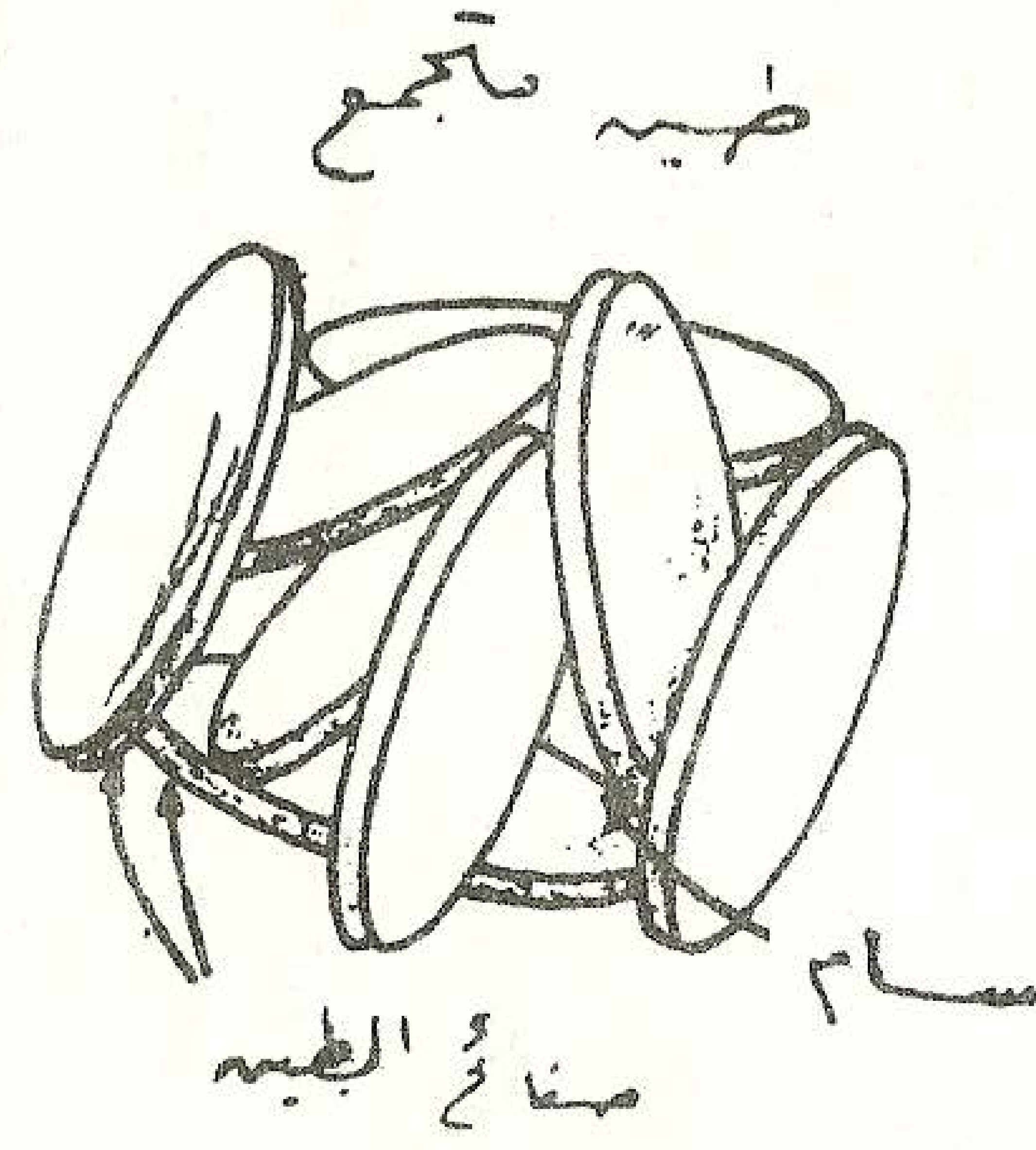
قياس بناء الأرض :

لا توجد طريقة معينة متفق عليها لقياس بناء الارض ، إلا أن هناك نوعان من الطرق :

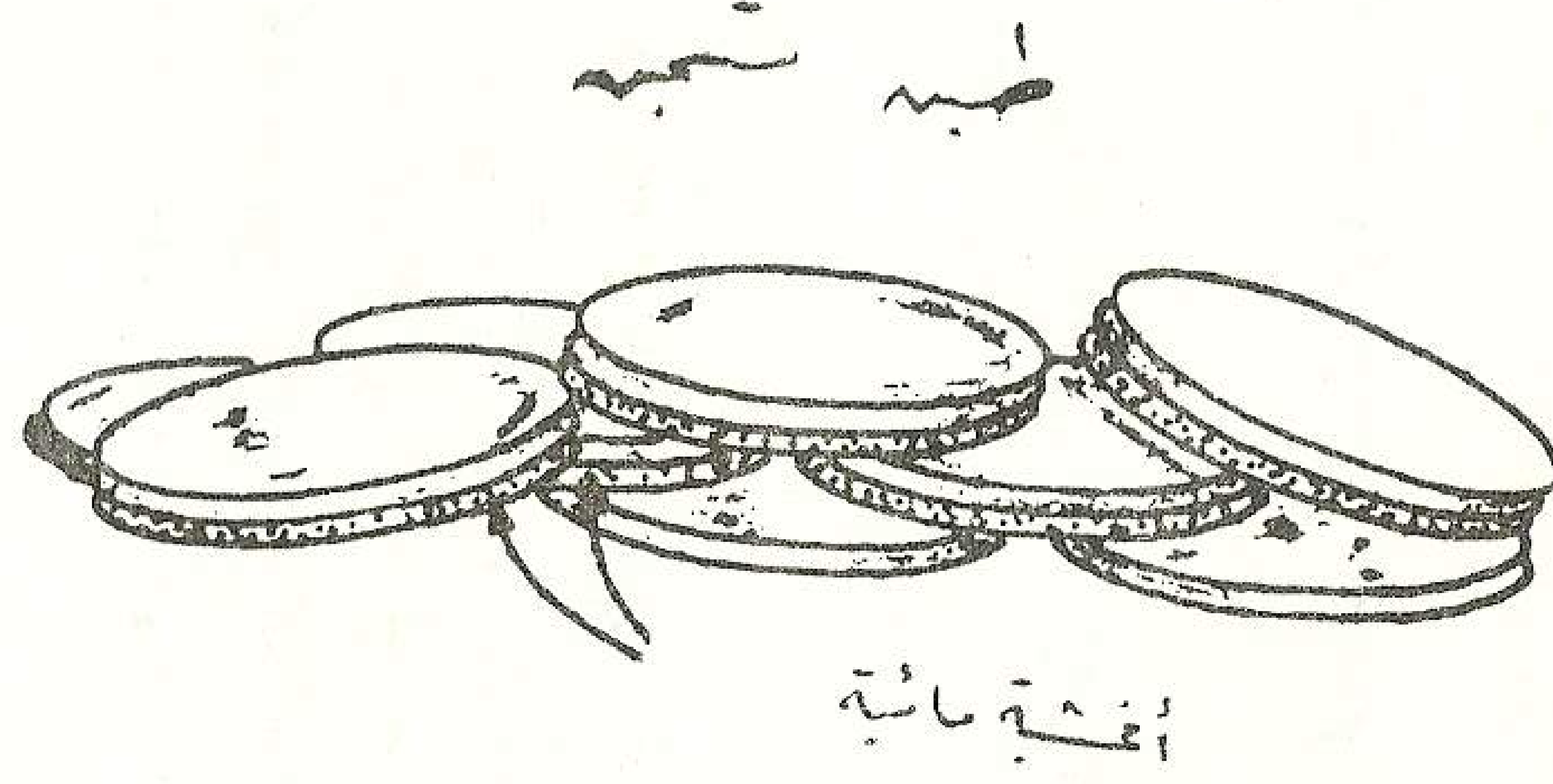
١ ـ قياسات تجرى بالمختبر :

والطريقة الشائعة الاستعمال هي : استخدام النسبة المئوية للحبيبات المركبة ذات حجم معين كدليل على بناء الارض .

اما من حيث مدى ثبات هذا البناء ، فهو ان الماء هو المادة التي تضاف للارض باستمرار ، اما : طبيعياً عن طريق المطر ، أو صناعياً عن طريق الري ، ولذلك استخدمت خاصية مدى ثبات الحبيبات المركبة المكونة للارض ضد قوى الرج في الماء وذلك : برجها لمدد مختلفـة ، أو بتعرضها







شكل (١٣) أرض لزجة لليمين ، أرض جيدة التحبيب (الى اليسار)

لامطار صناعية ، ومعرفة مدى ثباتها واتخاذ ذلك دليلا على مدى ثبات الارض ..

والمعروف حتى الآن ان الحبيبات المركبة الثابتة Stable aggregate تعطي بناءا ثابتاً تقريباً

ويستخدم عادة التحليل الميكانيكي والتحليل الحببي Aggregate analysis في حساب ما يسمى بنسبة التفكك Dispersion ratio ، وهي عبارة عن النسبة بين النسبة المئوية للحبيبات التي لها قطر متوسط فعال اقل من ٠٠٠٥ مم الموجودة بالعينة بعد رجها لمدة ٢٠ دقيقة (تحليل حبيبي) والنسبة المئوية لنفس الحبيبات للتحليل الميكانيكي :

$$\text{نسبة التفكك} = \frac{\text{النسبة المئوية (للسلت + الطين) الثابت في الماء بعد ٢٠ دقيقة رج}}{\text{النسبة المئوية (للسلت + الطين) بالتحليل الميكانيكي}} \times ١٠٠$$

والجدير بالذكر أنه يستعمل تقسيم معامل الولايات المتحدة في تحديد أقطار السلت والطين ، وذلك عند تطبيق هذه المعادلة . فلو فرضنا أن نسبة التفكك قد بلغت في تربة آ = ٤٤٫٦ ، وتربة ب = ٢٨٫٤ ، وتربة جـ = ١٥٫١ ، وتربة د = ١٣٫٣ ، وتربة هـ = ٦٫١ ، فان معنى ذلك انه كلما ازدادت النسبة ازداد تعرض مقدار من الارض للانجراف والازالة ، ولقد اصطلح على اعتبار الاراضي ذات نسبة تفكك ١٥ فأقل اراضي غير معرضة للانجراف ، بينما الاراضي ذات نسبة تفكك اكثر من ١٥ انها معرضة للانجراف .

وتوجد معادلات أخرى تستعمل احياناً للتعبير عن بناء الارض مثل : تقدير حالة التحبب State of aggregation وهذه تساوي : النسبة المئوية للحبيبات المركبة ذات الاقطار أكبر ٠٠٠٥ مم المتحصل عليها بدون تفريق الحبيبات (التحليل الحبيبي) مطروحاً منها النسبة المئوية للحبيبات ذات الاقطار أكبر من ٠٠٥ مم المتحصل عليها بالتحليل الميكانيكي . فلو كانت النسبة بالتحليل الحبيبي ٦٣٫٥ ٪ وفي التحليل الميكانيكي ٢٢٫٥ ٪ لكانت حالة التحبب لهذه الارض ٦٣٫٥ - ٢٢٫٥ = ٤١ ٪ . فلو قورنت مع أرض أخرى حالة التحبب لها ٢٢ ٪ ، فاننا نقول أن حالة التحبب في الارض الاولى أكثر منها في الارض الثانية .

وتستعمل احياناً درجة التحبب Degree of aggregation وهي تساوي =

$$\frac{\text{حالة التحبب}}{\text{٪ للحبيبات المركبة ذات القطر اكبر من ٠٠٠٥ مم في التحليل الحبيبي}} \times ١٠٠$$

فالبالنسبة للمسألة السابقة تكون درجة التحبب :

$$\frac{٤١}{٦٣٫٥} \times ١٠٠ = ٦٤٫٥٪$$

وقد تستعمل سلسلة من المناخل المركبة على هزاز ميكانيكي وتكون مرتبة بأقطار متناقصة من أعلى الى أسفل ، حيث توضع التربة بعد رجها في الماء على سلسلة المناخل وتفصل الى مكوناتها ثم تحسب النسب المئوية لمجاميع الحبيبات ذات الاقطار المختلفة. وتستخدم هذه الطريقة لمعرفة مدى ثبات الحبيبات المتجمعة.

٢ ـ قياسات تجري في الحقل :

في هذه الحالة يقاس مقدار المقاومة التي تتلقاها الآلات الزراعية أثناء الخدمة وذلك بتوصيل الجرار أو الآلة المستعملة بجهاز لتقدير قوة الشد بالدينة Dynamometer ، أو بتقدير القوة اللازمة لاختراق آلة حادة مسافة ما في سطح الاراضي ، وجميع هذه الطرق نتائجها نسبية .

تدهور وتحسين بناء الارض :

ينهار بناء الارض الزراعية باستغلالها مدة طويـــلة من الزمن دون اضافة أسمدة عضوية مع فقر الارض بمركبات الكالسيوم ، ومن الممكن تحسين بناء الارض المتدهور بالتالي :

١ ـ إدخال التسميد العضوي للاراضي المنزرعة كل مدة .

٢ ـ إدخال محاصيل بقولية في الدورة الزراعية حيث تقوم بتحسين البناء عن طريق نمو جذورها الغزير وكذلك افرازات تلك الجذور .

٣ ـ إدخال التسميد الاخضر في الدورة الزراعيـــة حيث تقلب النباتات في الارض وهي في طور الازهار .

٤ ـ إدخال المراعي الحولية (خليـط من النجيليات والبقوليات) في الدورة الزراعية حيث أنها تقي سطح الارض من التعرض لفعل الامطار ، بالاضافة لما يتخلف عنها من مادة عضوية كثيرة .

٥ ـ عدم الري بمياه تحوي نسبة عالية من أملاح الصوديوم .

٦ ـ التخلص من الصوديوم في الاراضي المالحة ، وذلك بغسلها بالماء العذب ثم صرف تلك الميـاه أو إضافة مصلحات للاراضي القلوية .

٧ ـ توجد مواد كيمياوية صناعية لها خواص مجمعة مثل الكريليوم Krelium وهو أحد مخلفات صناعة البترول . وهذه المخلفات لها قدرة لصق كبيرة ، ولذلك تربط الحبيبات الناعمة وتعطي التربة بناء جيداً . ولكن هذه المواد لا تزال عالية الثمن واستعمالها محدود .

٨ ـ يضاف الجير للارض في المناطق الخالية منه ، حيث يعمل على تحسين البناء الارضي ، كما في كثير من البلاد الاوروبية ، وتسمى هذه العملية Liming .

ويمكن المحافظة على البناء الجيد في الاراضي بمراعاة النقاط المذكورة أعلاه . ويضاف الى ذلك عدم المغالاة في اجراء عمليات الخدمة ، كذلك تأديتها في الظروف المناسبة لها ، واختيار الآلات الملائمة للارض.

فعمليات الفلاحة المختلفة تفيد في تحسين البناء الارضي وذلك بتفتيت الكتل الكبيرة في الاراضي الطينية ، كما انها تساعد على ربط الحبيبات مع بعضها في الاراضي المفككة ، ويتم ذلك عند حراثة الارض عند درجة رطوبة مناسبة ، كذلك فان الحراثة تفيد في التخفيف من أثر الطبقات الصماء ان وجدت ، وبذلك تتيح الفرصة للجذور كي تصل لاعماق أكبر .

والفلاحة العميقة التي تقلب التربة تغير بناء الارض عموماً . إذ تحمل الطبقات العميقة ذات البناء السيء على السطح ، والطبقات السطحية ذات البناء الجيد والغني بالدبال في الاعماق ، ولتلافي هذا الضرر يستعمل نوعان من الآلات ، وذلك عند الاضطرار للقيام بالحراثة العميقة :

١ ـ المحراث القرصي (الديسك) : حيث يقوم باثارة الطبقة السطحية فقط .

٢ ـ محراث تحت التربة Sub-soiler : حيث يقوم بتحريك وتفتيت الطبقات العميقة من التربة دون قلبها .

واستخدام الآلات الثقيلة في الاراضي ضعيفة البناء تؤدي الى تفتيت التجمعات وهدم البناء ، ولذا وجب أن تختار الآلات الملائمة لنوع الارض ، وأن تجري العمليات الزراعية الخفيفة في الاراضي ضعيفة البناء .

ومن حسن الحظ أن أغلب الاراضي العربية السورية تحوي نسبة واضحة من كربونات الكالسيوم ولذلك تحافظ على البناء الجيد بالرغم من قلة المادة العضوية فيها .

وعلى الرغم من الخواص التي تتميز بها الاراضي الرملية كالتفكك وسهولة الحراثة والتهوية الجيدة وكذلك الصرف الجيد ، إلا انها ذات مسام واسعة جداً وضعيفة التماسك الى درجة يكون حفظها للماء ضعيف جداً ، ولذلك تصبح هذه الاراضي سريعة الجفاف ، بالاضافة الى نقص الخصوبة الناشىء عن قلة الطين . وهاتين الخاصتين يضعفان كثيراً من استغلال الاراضي الرملية . ولا يمكن معالجة ذلك إلا بتحسين البناء الارضي عن طريق تكوين محببات في التربة ، والطريقة الوحيدة لذلك هي اضافة المادة العضوية من مصادرها المختلفة : سواء أكان السماد البلدي أو السماد العضوي الصناعي أو التسميد الاخضر أو عن أي طريق آخر . ولا ينحصر فعل المادة العضوية كمادة لاحمة للحبيبات فقط بل تزداد سعة حفظ الارض للماء أيضاً .

ومشكلة الاراضي الطينية الثقيلة أكثر تعقيداً من الاراضي الرملية . فبالرغم من قدرتها العالية على الاحتفاظ بالماء ، إلا أنها إذا حرثت والرطوبة فيها أعلى من حد معين ، فان الحبيبات تنزلق على بعضها نظراً للزوجة الارض وتتكون كتل كبيرة صلبة متماسكة ، وبذلك تنهار المحببات وينشأ عن ذلك بناء غير مرغوب فيه . وكذلك إذا حرثت الاراضي الطينية وهي جافة تكونت كتل كبيرة صلبة لاتصلح أن تكون مهداً ملائماً للبذور . والحقيقة فان اجراء العمليات الزراعية الملائمة في التربة يعمل كثيراً على حفظ البناء

الجيد ، ولكن من المستحسن تشجيع التحبب بدرجة كبيرة ، وتلعب المادة العضوية الدور الرئيسي في ذلك . وأفضل طريقة لزيادة كمية المادة العضوية في التربة هي اضافة محاصيل عشبية بقولية ذات جذور متعمقة في الدورة الزراعية.إذ أن المحاصيل الاقتصادية التي تحتاج لكثير من عمليات الخدمة المجهدة كالقطن والذرة ، فان الاستمرار في زراعتها في الاراضي الطينية يعرض بناء هذه الاراضي المحبب الى الانهيار ، ولذا يجب تلافي ذلك عنـــد تخطيط الدورات الزراعية للاراضي بحيث تحافظ الدورة على البناء الارضي في حالة جيدة .

الفصل التاسع

اللون في الاراضي - ليونة التربة - تماسك الارض

لون الأرض Soil colour

يعتبر لون الأرض والتربة من أهم مميزاتها المورفولوجية ، اتي يستدل بها على نوع الأرض . والعوامل التي تحدد لون التربة هي :

١ - الدبال Humus : وهو يكسب التربة اللون الغامق . فاذا كان مقداره كبيراً كان لون التربة أسود ، وإذا كان قليلاً أكسبها اللون الرمادي القاتم .

٢ - مركبات الحديد : وهذه إذا وجدت بنسبة كبيرة أكسبت التربة لوناً أحمر . وإذا كانت قليلة أكسبتها اللون الأصفر أو البرتقالي . ويوجد الحديد في صورة أكاسيد ، ويتوقف لون الأكاسيد على مقدار الماء المتحد فيه Combined water وأهم أكاسيده :

آ - ليمونيت $2Fe_2O_3 . 3H_2O$ وهو أصفر أو بني .

ب - هيماتيت Fe_2O_3 وهو أحمر .

٣ - النسبة العالية من حمض السليسيك أو كربونات الكالسيوم أو طين الكاوؤلين تكسب الأرض اللون الابيض أو الألوان الفاتحة .

٤ - إذا وجدت أكاسيد المنغنيز في التربة بكميات كافية ، أكسبت الأرض لوناً أسود أو بني قاتم .

٥ - في الأراضي الرديئة الصرف أو في الظروف الرديئة التهوية ، تتحول أكاسيد الحديديك الى حديدوز ، وهذا يعطي لوناً أزرق أو رمادي مزرق على شكل بقع .

٦ - كمية الرطوبة في التربة : إذ يكون اللون غنياً واضحاً في الأرض المبتلة ، بينما يصير باهتاً

عند الجفاف . ويرجع تغير اللون عند الجفاف ، لدخول الهـــواء اما في المسافات الدقيقة على سطوح الحبيبات المجمعة ، أو في الغلاف الغروي للحبيبات الكبيرة ، ولذلك لايتغير لون التربة حتى يبدأ الهواء في الدخول في مسافاتها البينية ؛ أي وصول الرطوبة في التربة الى النقطة التي يتحول فيها الانكماش العادي الى الانكماش المحلي . ويستمر اللون في النقص حتى يثبت ثانية عند وصول الرطوبة في التربة الى نطاق الماء الايكروسكوبي ، ويدل كبر الفرق بين لون التربة المبتلة ولونها وهي جافة على وجود نسبة عالية من المواد الغروية .

وقد ذكر Hilgard خمسة ألوان أساسية للاراضي هي :

١ - الأراضي القاتمة Dark-coloured soil : سبب اللون القاتم بها تراكم المواد العضوية والدبال ، غير أنه لا يمكن الحكم على المادة العضوية من لون الأرض وحدها نظراً لاختلاف المادة العضوية نفسها في اللون وفي درجات تحللها . ففي الاراضي جيدة الصرف ، المحتوية على نسبة عالية من المادة العضوية ، يكون لونها أقتم تحت درجات الحرارة المرتفعة في الاراضي المتكونة تحت مناخ بارد . وفي المناطق الاستوائية توجد أراضي لاتحتوي على نسبة مرتفعة من المادة العضوية ، ومع ذلك تكون قاتمة اللون ، وهذا يرجع عادة الى مركبات المنجنيز والحديد التي قد توجد في هذه الاراضي تحت هذه الظروف. وفي الأراضي القلوية ، تكون المادة العضوية مفرقة ، وتنتشر في القطاع وتغطي الحبيبات بلون قاتم على الرغم من أن المحتوى العضوي لمثل هذه الاراضي قد يكون منخفض نسبياً .

٢ - الأراضي الحمراء Red soils : ويرجع اللون الأحمر عادة الى وجود أكاسيد الحديد غير المتأدرتة ، ولو أن أكاسيد المنجنيز وبعض أكاسيد الحديد المتأدرتة قد تؤدي الى هذا اللون . واللون الأحمر عادة يشير الى الصرف الجيد والتهوية المناسبة وكثير من الاراضي الحمراء يعزى لونها إلى مادة الأصل وليس الى عمليات تكوين الأراضي . وعادة نجد أن اللون الاحمر يزداد في الارض تدريجياً تحت نفس الظروف من المناخ البارد الى المناخ الحار الرطب قرب خط الاستواء .

٣ - الاراضي الصفراء Yellow soils : يدل على وجود أكاسيد الحديد المتأدرتة - كما يدل على سيادة المناخ الرطب - وعادة الأراضي الصفراء تزداد فيها نسبة الرطوبة عن الحمراء ، وإذا وجدت الاراضي الحمراء والصفراء جنباً الى جنب وكانت من أصل واحد ، نجد أن الاراضي الحمراء عادة توجد في المرتفعات ، أما الاراضي الصفراء فتوجد في المناطق المنخفضة .

٤ - الاراضي الرمادية Grey soils : وتعزى الى وجـــود بعض المواد كالكوارتز وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم . ويحدث في الاراضي المشبعة بالماء .أن اختزال مركبات الحديد يعطي الأرض اللون الرمادي وقد يصبح أسود أو أصفر .

٥ - الاراضي البيضاء White soils : هذا اللون خادع في التربة ففي المناخ الرطب يدل على أن

الارض رملية أو طينية أما في المناخ الجاف فيدل على وجود الأملاح. وهذا اللون يدل على أن الارض تحتوي على نسبة عالية من الكوارتز والجير، وقد يدل على إزالة مركبات الحديدوز. وقد يكون اللون الابيض موروثاً من مادة الاصل، كما هو الحال في الاراضي المتكونة من حجر جيري تحت مناخ جاف. هذا الى جانب ماتحتويه هذه الاراضي من نسبة منخفضة من المادة العضوية.

ويعتبر تحديد لون التربة بالضبط من الامور الصعبة لتقارب الالوان وتعددها، ولاختلاف قدرة الاشخاص على تمييز اللون. ولذلك يستعان بألوان نموذجية لمقارنتها بلون الارض. وأشهر الطرق الآن هي طريقة Munsell : حيث وضع أطلساً به ١٧٥ لوناً وفي هذه الطريقة يعبر كمياً عن اللون بثلاثة مكونات :

١ – Hue : ويدل على موقع اللون في الطيف ابتداء من الفاتح الى الغامق، وهو عبارة عن طول الموجة الضوئية، أي لون الضوء.

٢ – Chroma : ويشير الى شدة كثافة اللون، أو بتعبير آخر الصفاء النسبي لطول موجة الضوء السائدة، وتزداد بنقص كمية اللون الابيض.

٣ – Value وتسمى أيضاً اللمعان Breliance : وهذا يدل على تدرج اللون من نفس Hue ونفس Chroma.

وعادة يستخدم الضوء غير المباشر عند تحديد لون الاراضي. فاذا أعطى قياس اللون لأرض معينة اللون التالي (10YR 5/3 Broun)، فان 10YR هي رمز للـ Hue وهو رقم الصفحة بأطلس مونسل، و 5 هي Value و 3 هي Chroma أما Broun فهو اسم اللون الناتج.

ليونة التربة

SOIL PLASTICITY

تعرف الليونة Plasticity بأنها قدرة المادة على تغيير شكلها باستمرار تحت تأثير قوة مؤثرة، وأن لا تستعيد شكلها الاول عند رفع تأثير هذه القوة.

وتتخذ الأرض هذه الخاصة عندما يكون بها نسبة معينة من الرطوبة. وقد وجد اتربرج Atterberg أن لنسبة الرطوبة هذه حدان تظهر بينها خاصة الليونه : الحد الأعلى Upper plastic limit، والحد الأدنى Lower plastic limit. ويتميز الحد الأعلى لليونة الأرض بأنه النقطة التي يبدأ عندها مخلوط التربة والماء في السيولة، أي عندما تفشل التربة في حفظ شكلها تحت تأثير قوة مؤثرة. ويتميز الحد الأدنى بأنه الحد الذي تبدأ عنده التربة في التفتت إذا تحركت قطعة اسطوانية منها تحت اليد أو تحت مسطرة عريضة، أي النقطة التي تعجز فيها التربة عن تتبع تغير شكلها باستمرار تحت تأثير قوة مؤثرة.

والفرق بين الرطوبة عند الحدين الأعلى والأدنى لليونة - محسوبين بالنسبة للتربة الجافة - يسمى برقم الليونة Plasticity number .

وتتوقف خاصة الليونة وكبر رقمها على نسبة الغرويات المعدنية بها ، وتبدو الليونة أوضح ما تكون في الاراضي ذات الطين المحتوي على نسبة مرتفعة من السليكا عنها في الاراضي ذات الطين المحتوي على نسبة ملحوظة من الاكاسيد السداسية Sesqui-oxides . ويبلغ رقم الليونة حوالي ٢٧ في الاراضي الطينية، ويقل الى ٤ في الاراضي الضعيفة الليونة ، وينعدم في الاراضي الرملية أو الخالية من الغرويات الارضية .

قوة تماسك التربة

COHESION

قوة التماسك خاصة طبيعية توجد في كل المواد الصلبة ، وهي تنشأ عن جذب جزيئات المادة بعضها لبعض ، وهي تختلف باختلاف المعادن ومكونات المادة .

وقوة التماسك ذات أهمية خاصة في وجهات زراعية واقتصادية ، فهي توجد البيئة الصالحة للجذور كيما يتثبت في الأرض فيقوى على مقاومة الرياح ، وهي ايضاً ذات أثر على المجموع الجذري للنبات ، فاذا كان التماسك شديداً بذل المجموع الجذري جهداً في دفع فروعه في الارض والعكس . كما أن لقوة التماسك أثر كبير في تكاليف عمليات الخدمة الزراعية ، فاذا كانت وحدة الشغل في زمن معين ثابتة فان مقدار ما يؤدى في حرث الارض من المساحة يتوقف حتماً على مقاومة الارض لعملية الحرث .

وترتبط خاصة التماسك بخاصة الليونة في التربة ، إذ أن الأراضي ذات ارقام الليونة الكبيرة تكون ذات قوة تماسك شديدة ، وقوة التماسك في الوقت ذاته تتأثر أثراً مباشراً بكمية الرطوبة في الارض . ففي الاراضي الطينية السلتية تزيد خاصة التماسك بنقص الرطوبة ، بينما في الرملية تزداد قوة التماسك بنقص الرطوبة الى حد محدود ثم تنهار بعده قوة التماسك فجأة .

وتتوقف قوة التماسك على العوامل التالية :

١ - كلما صغرت أقطار الحبيبات زاد عددها وزادت بذلك نقط التلامس بينها . ولما كان اتصال الحبيبات بعضها ببعض يحصل في تلك النقط ، على ذلك تزداد قوة التماسك ، ويزداد التجاذب ويمكن أن يقال ان قوة التماسك في التربة تتناسب عكسياً مع انصاف اقطار الحبيبات .

٢ - للمواد الاسمنتية اللاحمة في التربة مثل الغرويات المعدنية والمادة العضوية والجير والجبس واكاسيد الحديد والالومينا والسليكا ، أثر واضح على تماسك التربة .

ويختلف هذا الأثر باختلاف قوام الارض ونوع المواد اللاحمة ، فالمادة العضوية وأملاح الكالسيوم ذات أثر معدل لقوة التماسك في التربة بمعنى انها تزيد قوة تماسك الاراضي ذات القوام الخشن ، أما في الاراضي دقيقة الحبيبات ، فأثر هذه المواد انه : يضعف قوة تماسكها الشديدة بتكوينه تجمعات كبيرة .

٣ ـ تعمل الاغشية المائية حول الحبيبات على جذب تلك الحبيبات بعضها الى بعض بما تولده الخصور من ضغط الى الداخل . وتتوقف قوة شد الخصور على سمك غشاء الماء الموجود حول الحبيبات فهي تتغير عكسياً مع السمك فاذا زاد ضعفت والعكس .

ويلاحظ في الاراضي الطينية الثقيلة أنها تكون دبقة Sticky عندما تكون رطبة أي بعد الري أو هطول المطر ، ولا يمكن حراثتها عند ذلك ، وبعد مدة تنخفض الرطوبة فيها بالجفاف تدريجياً حيث تدخل في طور الليونة ، ويمكن حراثتها عند هذه الدرجة ولكنها تميل لتكوين كتل كبيرة تتصلب عند الجفاف ، وتصبح الارض مستحرثة عند رطوبة اقل من الحد الادنى لليونة وتكون التربة عندها هشة . وتختلف درجة الرطوبة التي تكون التربة عندها مستحرثة اختلافاً واسعاً ، ففي الاراضي الطميية والسلتية الطميية تكون الارض مستحرثة عند رطوبة أقل مما هي في الاراضي الطينية الثقيلة .

وتقاس قوة التماسك بعدة طرق نذكر منها الأسس الثلاثة التالية :

آ ـ أن تقاس القوة اللازمة لكسر قالب من التربة الجافة مقطعة ١×١ سم .

ب ـ أن تقاس المقاومة التي تحصل عند شق الارض بسلاح المحراث او ما يماثله .

ج ـ أن تعرف القوة اللازمة لدفع ابرة أو عمود من الصلب ذي مقطع خاص في داخل التربة .

الفصل الثامن

الماء الارضي

SOIL WATER

الماء هو العامل الاساسي لوجود الحياة في التربة ، وهو المحدد لنمو النباتات إذ انه المسؤول عن مدى نشاط العمليات الكيماوية والطبيعية والحيوية في التربة ، زيادة على أنه يعمل كمحلول مذيب Solvent تنتقل خلاله المواد الغذائية التي يتطلبها كل من النبات والكائنات الحية على السواء لحفظ الحياة أو لاطراد النمو . هذا بجانب انه يدخل في تركيب النباتات حيث انه من المواد الواجب وجـودها داخل الانسجة الحية . ويعتبر الماء في التربة العامل المهم الذي لا يعادله عامل آخر من العوامل الطبيعية في مـدى خصب الارض . إذ الغرض من تعديل الخواص الطبيعية وجود وسط من رطوبة مناسبة لحياة النبـات إذ المعروف أن :

١ ـ عملية انبات البذور تحتاج الى نسبة خاصة من الرطوبة .

٢ ـ يعتبر المـاء المذيب للمواد الغذائية التي يتطلبها النبات والتي تنتقل اليـه من خلال المحـلول الارضي .

٣ ـ تتطلب عمليات النبات الحيوية وجود الرطوبة مثل عملية التمثيل الضوئي وغيرها .

٤ ـ يعتبر المـاء الوسط الذي تنتقل فيه المواد الاساسية في النبات من جزء لآخر خـلال الحزم الوعائية .

٥ ـ يتطلب تكوين المادة الجافة في النبات كميات من الرطوبة إذ يلزم لـكل وزن جاف من النبات التام النضج ما يعادل ٢٠٠ الى ١٠٠٠ وزن من الماء .

٦ ـ يفيد الماء النباتات ذات السوق المتكونة من انسجة رخوة فيؤدي وجوده الى بقائها قائمة .

ويستحسن قبل دراسة الماء الارضي الالمام البسيط عن الدورة المائية ومصادره .

الدورة المائية :

يقصد بالدورة المائية نظام تحول المـــاء من صورة الى اخرى في الطبيعة وتشمل الاصطلاحات والصور الآتية :

١ ـ الرطوبة الجوية : وتشمل أبخرة المياه الموجودة في الجو . مثل : السحب والضباب .

٢ ـ الأمطار : عند انخفاض درجة حرارة الجـو تتكاثف الرطوبة الجوية وينشأ عنها أمطـار وبرد وثلج وندى .

٣ ـ أمطار لا تصل للتربة : قـد يحدث للامطار أن تتبخر في طريقها للارض ، أو يقابلهـــا نباتات تحجز بعضاً من الماء .

٤ ـ أمطار واصلة للتربة : الامطار التي تصل للتربة اما : أن ترشح فيها ، أو يزاح بعضهـا من السطح ، والبعض الآخر يتبخر مباشرة .

آ ـ الماء الراشح : يرطب الماء سطح التربة اولاً ، ثم يحاول أن يدخـل باطن التربة . وتتوقف كمية الماء الراشحة على كمية الأمطار أو مقدار ماء الري ، وطبيعة التربة من حيث تكوينها وبنائها وصلابتها ودرجة الحرارة .. الخ .

ويحجز بعض من هذا الماء في التربة ، كما يستعمل بعض منـه بالنبات ، والبعض الآخر يرشح الى الأعماق .

ب ـ الماء الجاري : واذا ما زادت سرعـة سقوط الامطار عن سرعة الرشح ، تسبب عن ذلك جريان الماء على سطح الارض . وهذا الاخير يتحرك على سطح الارض الى قناة أو ترعة .

٥ ـ البخر : ويشمل :

آ ـ بخر من سطوح المياه : من المعتقد أن جميع الامطار التي تسقط على سطوح البحار والبحيرات تعود بالتالي للجو بواسطة البخر .

ب ـ بخر من سطح الارض والنباتات

٦ ـ النتح : وهذا يتوقف على المناخ ونوع النبات النامي .

مصادر المياه الارضية في القطر العربي السوري :

١ ـ الامطار : تعتبر الامطار في سورية وكميتها السنوية العامـل الرئيسي كأهم مصدر من مصادر مياه الري . وتختلف كمية المطر السنوية اختلافاً شاسعاً بين الاراضي ، فبينما تسقط في الجبال الساحلية اكثر من ١٠٠٠ مم سنوياً ، تهبط هذه القيمة في البادية لأقل من ١٥٠ مم . وتبعاً لاختلاف كميـــة

المطر تختلف النباتات النامية من الغابات في الاماكن العالية الامطار الى مناطق زراعة القطن البعلي والقمح في المناطق المتوسطة الامطار الى مناطق زراعة الشعير والمراعي .

٢ ـ مياه الانهار :

ينتشر العديد من الانهار في أماكن مختلفة من سورية . واغلبها أنهار محلية سوى الفرات ودجلة . وتعتبر مياه الأنهار حالياً المصدر الثاني للماء الارضي في سورية . ويعتبر في المناطق الجافة ونصف الجافة المصدر الاول لماء الري .

٣ ـ مياه الآبار :

ويوجد منها النوعان : الارتوازية Artezien والعادية . وتنتشر ميـاه الآبار في مناطق كثيرة من سوريا يستعمل بعضها في ماء الري . وتتأثر الآبار العادية عادة بمنسوب الماء الارضي مما لوحظ جفاف الآبار العادية في السنين الجافة المتتالية .

أثر الامطار Precipitation Effectiveness

لاتتخذ كمية الامطار الهاطلة دليلاً على الرطوبة ، إذ يتدخل عامل آخر وهو درجة الحرارة التي تسبب زيادة التبخر والنتح . ففي الاماكن التي يكون النتح ـ التبخر فيها عالياً ، تكون كمية امطار معينة أقل تأثيراً في تكوين التربة والرشح وامداد النباتات بالماء الـلازم لنموها ، عنها في الاماكن الـتي يكون فيها النتح ـ التبخر منخفضاً . أو بعبارة اخرى ، فان كمية بسيطة من الامطـار مصحوبة بنقص بسيط في التبخر والنتح يكون لها تأثير كبير عن كمية امطـــار كبيرة مصحوبة بنسبة عالية من التبخر والنتح . ولذلك عملت محاولات متعددة للتعبير عن التأثير الفعال للامطار في جهة ما نذكر منها التالي :

١ ـ معامل مطر لانج Lang-Rain Factor :

وفيه تؤخذ النسبة بقسمة متوسط كمية الامطـــار السنوية بالمليمتر على متوسط درجة الحرارة السنوي بالدرجة المئوية :

ولقد وجد بالنسبة للمناخ السوري من حيث تأثير الامطار على تكوين التربة أن نقسم كمية الامطار السنوية بالمليمتر على متوسط درجة الحرارة للاشهر المطرة فقط . وذلك لأن التجوية الكيماوية تحدث في المواسم المطرة فقط . وتبعاً لمعامل لانج فقد قسم المناخ الى أربعة مجموعات رئيسية هي :

مناخ رطب	وقيمة معامل لانج له أكبر من ٥٠
مناخ نصف رطب	« « « « « بين ٣٠ ـ ٥٠
مناخ نصف جاف	« « « « « ٢٠ ـ ٣٠
مناخ جاف	« « « « « أقل من ٢٠

جدول (٦) متوسط درجات الحرارة (الأشهر الممطرة) والامطار السنوية ومعامل لانج
لبعض المناطق العربية السورية

الموقع	الارتفاع عن سطح البحر م	الامطار مم	درجة الحرارة م°	معامل لانج
القـدموس	٧٥٠	١١٣١٫٥	١٢٫٤	٩١٫٢
الحفـة	٣٣٥	١٠٦٥٫١	١٧٫٠	٦٢٫٦
القنيطـرة	٩٤٨	٧٩٧٫٧	١١٫٧	٦٨٫٢
طرطوس	١٥	٧٦٢٫٧	١٦٫٩	٤٥٫١
قامشلي	٤٦٧	٤٨٣٫٣	١٢٫٧	٣٨٫٠
حسكـة	٣٠٠	٢٧٦٫٥	١٢٫٧	٢١٫٧
درعـا	٥٠٠	٢٩٨٫٣	١٤٫٣	٢٠٫٨
فرقلس (طريق تدمر)	٦٧٣	١٥٧٫٦	١٣٫٢	١١٫٩
قريتـين	٧٥٠	٩٩٫٩	١١٫٩	٨٫٤

والجدول رقم (٦) يبين معامل لانج لبعض المناطق العربية السورية ، وواضح منه أن الاقاليم المناخية الاربعة توجد في القطر العربي السوري .

٢ ـ معادلة ماير Meyer's Quotient

وتحسب بقسمة متوسط الامطار السنوية بالمليمتر على المتوسط السنوي لدرجة نقص تشبع الهواء بالبخار المطلق ويقدر بالمليمتر زئبق وهو يساوي :

$$\text{N.S quotient} = \frac{\text{متوسط الامطار السنوي بالمليمتر}}{\frac{(\text{١٠٠} - \text{الرطوبة النسبية})}{\text{١٠٠}} \times \text{الضغط البخاري عندمتوسط درجة الحرارة}}$$

مثال : اذا كانت كمية المطر الهاطلة سنوياً ١٥٠٠ مم وكان متوسط الرطوبة النسبية للجو ٧٥ ٪ . وكان الضغط البخاري عند درجة الحرارة المتوسطة ٣١،٨٥ مم / زئبق (ويعرف ذلك من جداول خاصة) .

∴ حسب معادلة ماير يكون :

$$\text{N . S.quotient} = \frac{\text{١٥٠٠}}{\frac{(\text{١٠٠} - \text{٧٥})(\text{٣١،٨٥})}{\text{١٠٠}}} = \text{١٨،٨٦}$$

٣ ـ $\text{Thorn - Wait Index} = \frac{R}{E}$ ويحسب بقسمة متوسط الامطار السنوية على مجموع التبخر السنوي . فاذا كان مجموع التبخر السنوي مساو إلى مجموع الامطار السنوية كان المتبقي في التربة صفراً .

وتوجد معادلات اخرى كلها تهدف إلى اعتبار أن كمية الامطار الساقطة لا تشير حقيقة إلى أثرها في التربة والنبات نظراً لتدخل عامل آخر هو درجة الحرارة .

صور الماء الارضي

يوجد الماء الارضي في المسافات البينية ، ويتوقف مقداره اساساً على اتساع المسافات البينية للتربة ، ثم تؤثر فيه بعد ذلك عوامل الفقد منه أو الاضافة اليه سواء ا كانت هذه العوامل طبيعية او صناعية .

ويتفاوت مقدار الماء الارضي في كثرته وقلته حسب الظروف المحيطة في الارض . فهو يكون كبير القدار عقب الري أو سقوط المطر ، قليله في الجفاف وذلك في الطبقات السطحية للتربة . أما في الطبقات العميقة ، فيتوقف قداره على بعد وقرب مستوى الماء الارضي ، زيادة على تأثره بماء الري . ويبلغ الماء الارضي نهايته العظمى عند مستوى الماء الارضي ، ويقل تدريجياً كلما بعدت الطبقة عنها ، مالم يتغير هذا التوزيع بالري أو سقوط المطر .

وان معرفة صور الماء الارضي يتطلب الاستعانة ببعض القياسات الخاصة ، منها :

الطاقة الحرارية اللازمة لانتزاع الماء من الارض ، وايضاً مردود أشعة (س) خلال المعادن النقية وعرويات الارض . فلو أخذنا تربة مشبعة بالماء ، نجد أن الماء يملأ كل الفراغات البينية ، وان انتزاع الماء من هذه الفراغات يحتاج الى كميات مختلفة من الطاقة للتخلص منه نهائياً . فالماء الموجود في المسام الواسعة Macro capillary pores يزال منها بسهولة ، بينما الماء الموجود في المسام الضيقة والفراغات الشعرية الدقيقة Micro capillary pores فمن الصعب إزالته .

وبعد التخلص من الماء الموجود على الصورتين السابقتين يأتي الماء الممتص Adsorbed water بقوة على السطوح الداخلية والخارجية لمعدن الطين . وأخيراً يوجد الماء المتحد الذي يدخل في التركيب الكيماوي لبعض بلورات معادن الطين Crystal - lattice water ، والذي بفقده تتغير طبيعة معدن الطين كلية .

ويلاحظ ان الماء الموجود في المسام الشعرية الواسعة ، والمسام الضيقة ، والممتص على السطح ، كلها تترك التربة عند تسخينها على درجة حرارة ١٠٠°م بينما الماء المتحد يحتاج الى درجة حرارة أعلى بكثير قد تصل إلى ٧٠٠°م ، أي يحتاج لطاقة أعلى .

واقد وضع بريجز Briggs عام ١٨٩٧ ثلاث صور للماء الارضي وهي :

آ ـ الماء الايجروسكوبي Hygroscopic water : وهو الماء الذي يرسب على سطوح الحبيبات في صورة أغشية رقيقة جداً ، ويكون ملتصقاً بها بقوه شديدة جداً .

ب ـ الماء الشعرى او الغشائي Capillary or film water : وهو الماء الذي يزيد عن الماء الايجروسكوبي ويكون في صورة أغشية أكبر سمكاً . وهو ممسوك بقوة حول الحبيبات تسمح له بالتحرك من مكان الى آخر .

ج ـ الماء الحر أو ماء الجذب الارضي Free or gravitational water : وهو الماء الشعري

الزائد عما يمكن للحبيبات أن تمسكه حولها ، والذي يتحرك الى أسفل تبعاً للجاذبية الارضية .

ورغم تقدم البحث في النظريات العلمية ظل هذا التقسيم متبعاً به الى الآن . ويلاحظ ان التقسيم السابق مبني على مشاهدات ظاهرية للقوة المسوك بها الماء حول الحبيبات دون فحص مقادير هذه القـوة أو تحديد قيمتها ونوعها ، وفي الحقيقة فان النظريات الحديثة لم تزد سوى تحديد مقادير هذه القوى ونوعها

أولاً - الماء الايجروسكوبي :

إذا تركت تربـــة ما لتجف في الهواء الجوي ، تبقى بها مقدار من الرطوبـــة تبعاً للخاصة الهيجروسكوبية في صورة أغشية رقيقة جـــداً . وإذا جففت الارض على حرارة ١٠٠° - ١٠٥° م للتخلص من جميع الرطوبة ، ثم عرضت ثانية للجو امتصت هذا الماء مرة أخرى . ويعرف المعــامل الايجروسكوبي بأنه الكمية من الرطوبة التي يمكن ان تترسب على سطح تربة جافة اذا عرضت لجومشبع ببخار الماء ١٠٠٪ حتى تصل الى حالة توازن مع الجو المعرضة له في درجة حرارة ثابتة . ولا يتمـدى سمك هذا الغشاء ١٥ - ٢٠ جزيء ماء وهذا لا يزيد عن ٤ - ٥ ميكرون .

ويمسك الماء الايجروسكوبي بحبيبات التربة بقوة كبيرة جداً ، قدرت بنحـو ١٠٠٠٠ ضغط جوي على السنتمتر المربع عند سطح الحبيبة . هذه القـوة الناشئة من الجذب المتبادل بين جزيئات التربـــة وجزيئات الماء تمنع هذا الماء من الحركة تماماً ، ولذلك فهو عديم الفائـدة للنبات ، او حيوية الارض ، إذ لا تستطيع الجذور امتصاصه .

وتختلف نسبة الماء الايجروسكوبي في تربة ما تبعاً لحالة تشبع الجو ببخار الماء فاذا كان الجـــو مشبعاً ببخار الماء ، وصل الماء الايجروسكوبي المرسب على التربة الى نهايته العظمى . ويلاحظ ان المــاء الايجروسكوبي يعطي فكرة جيدة عن الخواص الطبيعية للتربة اذ تزداد نسبته بازدياد السطح أي كلمـــا زادت الغرويات المعدنية والعضوية . وتتراوح نسبته في الارض الرملية الصفراء بين ١ - ٢٪ بالوزن. بينما تبلغ في الاراضي الطينية الثقيلة الغنية بالمادة العضوية (٤ - ٥٪) وقد تصل الى ١٢٪ .

ولقد وجد المؤلف في الاراضي السورية (الفقيرة في المواد العضوية) أن هناك علاقة واضحـة بين نسبة الطين في الارض والمعامل الايجروسكوبي لها ، وذلك في كل من نوعي الاراضي : المحتوية على الجير وتلك الخالية منها وكذلك هناك علاقة اقل وضوحاً بين كل من نسبة الاكاسيد السداسية والفقـد بالاحتراق وبين نسبة الماء الايجروسكوبي . كما هو موضح في جدول (٧) ، وفي بعض اراضي البـادية السورية ، يعطي تسخين التربة على ١٠٥°م فقداً مقداره قد يصل الى ١٥٪ بالرغم من احتواء التربـة على نسبة من الطين بسيطة ، ولقد وجد أن هذا الفقد لا يعتبر عائد الى الخاصة الايجروسكوبية بل فان التربة تحتوي على الجبس $CaSO_4.2H_2O$ والذي يفقد ١٫٥ جزيء ماء عند تسخينه على ١٠٥°م ولذا تجري

جـــدول (٧)

الماء الايجروسكوبي ، نسبة الطين ، الاكاسيد السداسية ، الفقد بالاحتراق لعينات اراضي من القطر العربي السوري

	الموقع	الماء الايجروسكوبي ٪	نسبة الطين ٪	أكاسيد سداسية ٪	الفقد بالاحتراق ٪
أراضي خالية من الجير	طريق طرطوس ـ تل كلخ	١٢٫٤٠	٤٥٫٤٥	٣٨٫٤١	٢٠٫٠٠
	أعالي الجبال الساحلية	١٠٫٧٨	٤٠٫٤٢	٥٠٫٢٩	٢١٫٠٧
	القنيطرة	٨٫١٢	٣٤٫٩٤	٤٢٫٣١	١٧٫٠٤
أراضي جيرية	طفس (حوران)	٨٫٥٢	٥٦٫٤٥	٢٥٫٣٦	١٤٫٣٩
	قبور البيض	٥٫٩٦	٥٢٫٢٦	٢١٫٤١	١٠٫٩٢
	طريق القدموس ـ مصياف	٤٫٦٣	٤٣٫٠٣	٢٤٫٣٤	١٠٫٥١
	« اللاذقية ـ الحفة	٣٫٩٦	٣٧٫٠٠	١٤٫٢٨	٧٫٧٢
	القريتين	٣٫٣٢	٣٤٫٩٥	١٠٫٨٥	٨٫٠٣

عملية تصحيح الماء الايجروسكوبي بطرح الجزء الخاص بالرطوبة العائد الى الجبس من الفقد بالتسخين ، وهـــذا الجزء يتعلق بنسبة الجبس في التربة .

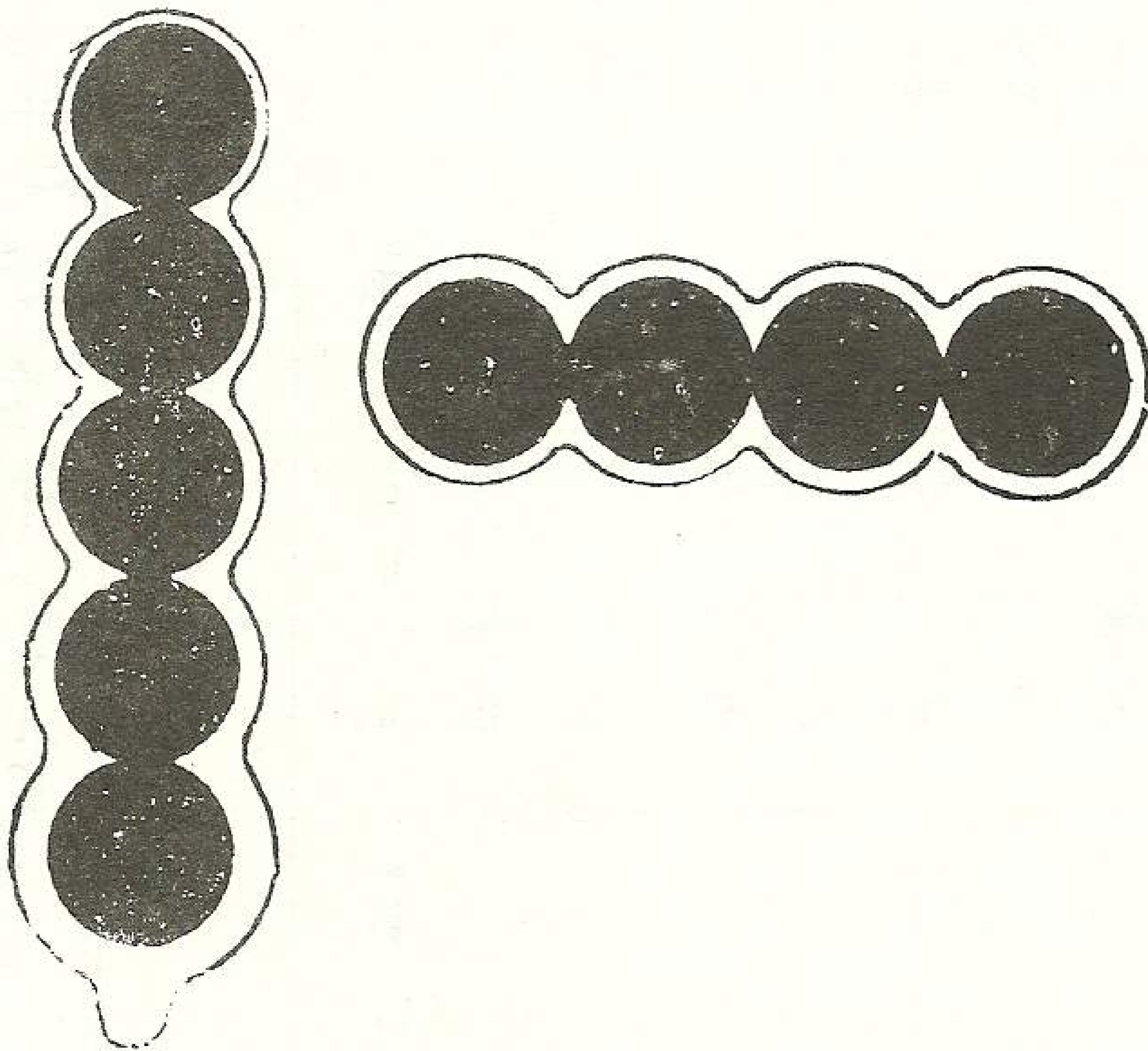
ثانياً ـ الماء الشعري أو الماء الغشائي :

الماء الشعري هو الماء الذي تحتفظ به التربة حول حبيباتها بعد تمام الرشح او هو الماء الذي يصعد فيها بخاصة الجذب السطحي .

وهذا الماء أكبر سمكاً من الماء الايجروسكوبي ويوجد فوقه . ويمكنه التحرك في التربة تحت تأثير بعض القوى زاحفاً حول الحبيبات وفي المسام من مكان لآخر أجف منه . وقد سمي بالماء الشعري نظراً لتشابه حركته وصعوده في التربة بحركة وصعود الماء في الانابيب الشعرية . وهذا الماء هو الذي تستمد منه الجذور حاجتها ، كما انه يساعد في العمليات الحيوية والكيماوية في التربة .

توزيع الماء الشعري :

بعد ان يتم للاراضي احتجاز الماء الشعري وتوزيعه حول الحبيبات وفي المسام يقف هذا المـاء عن التحرك . ويمكن تمثيل نظام توزيعه في اتجاه أفقي حـول الحبيبات كما في الرسم شكل (١٤) ، وفيه نرى ان الماء يتصل ببعضه في صورة اغشية محدبة حول الحبيبات وخصور Waist مقعرة بينها .



شكل (١٤) التوزيع الافقي والرأسي الأغشية المائية

وسبب تقعر الحصور حول نقط التماس هو جـذب جزيئات الارض لجزيئات المـــاء الى الداخل حول هذه النقط .

ويمكن تمثيل توزيع الماء في الاتجاه الرأسي كما في الرسم إذ يلاحظ ان أغلفة الماء تزداد في السمك بالتدريج كلما انخفض موقعها عن سطح الارض تحت تأثير الجاذبية الارضية .

تقدير الماء الشعري :

يقدر الماء الشعري في الارض بتقدير الرطوبة الكلية فيهاثم بتقدير الماء الايجروسكوبي الذي تمتصه في الجو العادي ، وبطرح نسبة الماء الايجروسكوبي من نسبة الرطوبة الكلية نحصل على نسبة الماء الشعري .

العلاقة بين خاصية الجذب السطحي والخاصة الشعرية في الاراضي المبتلة :

يتأثر الماء في التربة بعاملين رئيسيين يتحكمان في مسك الماء داخل التربة في المسام وهـــذين العاملين هما :

أولاً : جذب أسطح الحبيبات لجزيئات الماء المكونة للغشاء المائي الرقيق الذي يمسك بقوة عند منطقة اتصال الحالة السائلة (الماء) بالجسم الصلب (الحبيبات) ويسمى Solid-liquid interfaces .

ثانياً : تجاذب جزيئات الماء بعضها الى بعض . وهو العامل الذي يؤدي الى وجود الماء ليس حول الحبيبات فحسب ، بل وحتى في المسافات البينية المتسعة نوعاً في التربة . والمعلوم أن أي قطرة في داخل السائل تكون خاضعة الى قوى شد في جميع الجهات متساوية ولذلك تكون المحصلة صفر ، وبالتالي تصبح حرة الحركة تماماً. أما عند تلامس سطح السائل مع الهواء الجوي وهو مايسمي Liquid air interfaces فان قطرة السائل تكون معرضة الى قوى شد في المستوى الافقي وإلى اسفل فقط وبذلك تبـدو النقطة مشدودة بقوى لاتكون محصلتها صفراً ، مما ينشأ عند سطح السائل خاصية التوتر السطحي أو الجـذب السطحي Surface tension . ونتيجة لهذه القوى تتجاذب الأغشية المائية لتقليل سطح الاتصال بـــين السائل والهواء الى أقل حد ممكن وينتج عن كل ذلك ضغطاً سالباً تكون محصلته القوى الناتجة عنه جهة داخل السائل .

ويتغير هذا الضغط الناتج عن التوتر السطحي (الجذب السطحي) تغيراً مباشراً كنتيجة لمقـدار تقعر الاغشية حول حبيبات التربة ، وعليه فكلما كان التحدب شديداً عند سطح اتصال الماء بالهواء كلما كانت القوى الناتجة كبيرة ، أي كلما زاد الشغل اللازم لطرد وحدة الوزن من الماء الممسوك .

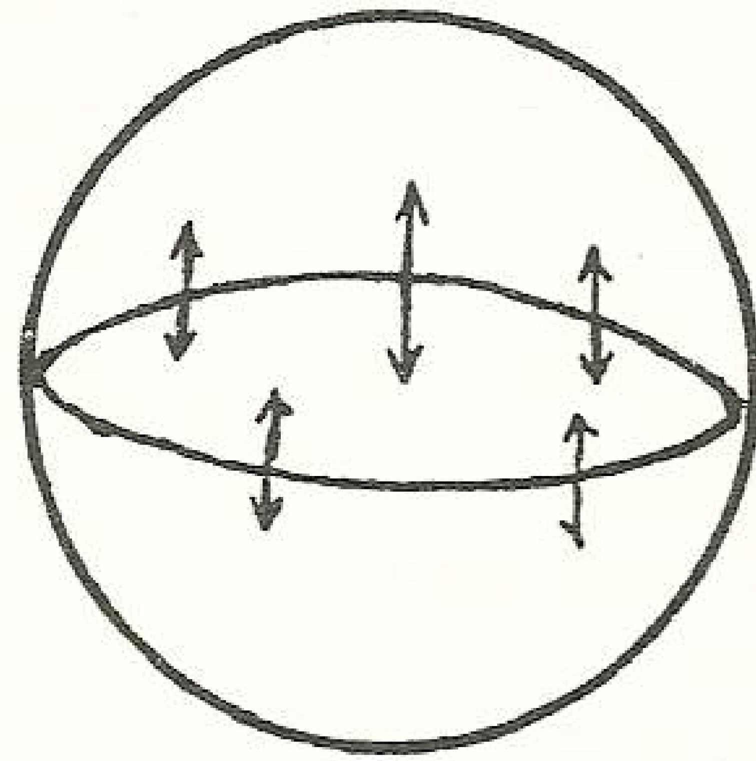
فلو رمزنا للضغط السالب (ض) وهو الناتج عن قوة الجذب السطحي (ت) دينة لـــكل (١) سم لـكانت المعادلة :

$$ض = \frac{2ت}{نق} \text{ دينة}$$

حيث نق نصف قطر الماء بالسم .

وكلما صغرت نق لصغر نقط الماء أو لزيادة تقعر الغشاء المائي حول الحبيبات كلما زاد الضغط السالب أي زادت قوة الجذب .

ولكي نوضح أثر السطوح المذكورة للسائل على الضغوط في داخلها أو خارجها نفرض وجود كرة من السائل أو نقطة منه كما هو مبين بالشكل (١٥) .



شكل (١٥)

وعندما تكون هذه الكرة في حالة اتزان يكون التوتر السطحي للغشاء المحيط فيها من الخارج مساوياً للضغط في داخلها . فاذا قطعنا هذه الكرة بمستوى يمر بمركزهـــا ، لوقعت على هذا المستوى قوتان متضادتان متساويتان :

الاولى : قوة من الداخل الى الخارج تمنع انكماش السطح الخارجي .

الثانية : قوة تعمل من الخارج الى الداخل وهي قوة التوتر السطحي للسائل اثناء محاولتها تصغ سطح الكرة الى الحد الادنى له .

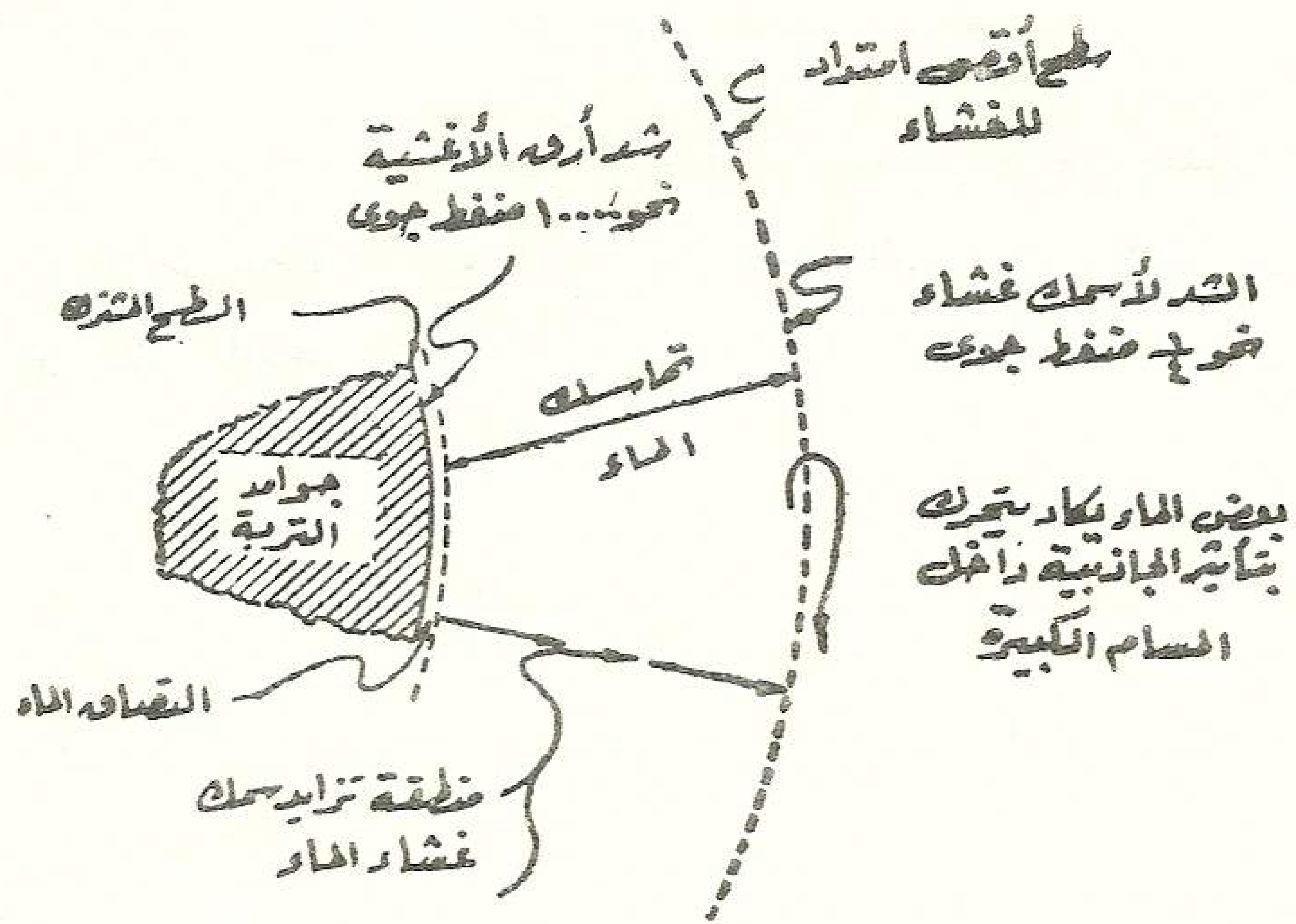
فاذا كانت القوة الاولى التي تدعو الى الانفصال تساوي (ض) على كل (١ سم^2) من سط الانفصال ، وان التوتر السطحي للماء يساوي (ت) على كل (١ سم)طولي من محيط الانفصال . وكان نصف قطر الدائرة (الكرة) نق كانت القوتان المتعادلتـان المتضادتان هما كالآتي ، وعلى كل نصف ه نصفي الكرة :

$$ض \times \pi \text{ نق}^2 = ت \times 2 \pi \text{ نق}$$

أي ان : ض نق = ٢ ت

$$ض = \frac{٢ ت}{نق} \text{ دينة}$$

ومن هذا يتضح ان الضغط الناتج من التكور يزداد بصغر نصف قطر التحدب ويقل بزيادته . وفي الوقت نفسه إذا قلبنا التحدب هذا الى تقعر ، كما في الخصور التي توجد حول الحبيبات عند تناقص الرطوبة ، انقلب الضغط الناشيء في الداخل الى تخلخل او نقص في الضغط ، وهذا النقص في الضغط عبارة عن قوة امتصاص تتحكم في ملء الفجوات بالمـاء أو في تفريغها منه .



شكل (١٦)

رسم توضيحي يظهر تزايد سمك غشاء الماء مع انخفاض قيمة الشد حول الحبيبات

ونتيجة لعملية التبخر من التربة ينقص المـاء حول الحبيبات ويصبح نصف قطر التحـدب ، أو نصف قطر التقعر ، في نهايته الصغرى ويصبح نقص الضغط داخـل الفجوة في أقصاه ، فيصير الاتزان بين الاغشية غير ثابت ، وينقص الغشاء ويضيق العنق ويصبح هناك متسعاً داخل الفجوة حيث تقل قوة امتصاص التقعر عما كانت عليه فيدخل الهواء فيها ويتوزع الماء مرة أخرى في نظام متزن جديد ... وهكذا.

مما سبق نستخلص الحقيقة المهمة الآتية :

وهي انه عند تعريض التربة الجافة تماماً للرطوبة ، فان الماء يمسك بقوة كبيرة جداً عنـد سطح اتصال المادة الصلبة بالسائل ، أي على سطح الحبيبة مباشرة بحيث يصبح المـاء في شكل غـير سائل

Nonliquid condition وبزيادة كمية الماء المضافة الى التربة ، تصبح الجزيئات المضافة ممسوكة بقوة اقل من التي تمسك الغشاء الاول ، وهكذا تتناقص قوة مسك الحبيبات الماء بزيادة سمك غشاء الماء ، حتى تتساوى القوى التي تمسك جزيئات الماء على الحبيبة مع تلك القوى التي تجذب جزيئات الماء بعضها الى بعض . وكلما زادت كمية الماء المضافة كلما قل تقعر الغشاء المائي نفسه وتتضاءل بذلك قوى الجذب حتى نكاد تعادل قوة الجاذبية الارضية ، وذلك عندما تتشبع الارض بالرطوبة . وعند ذلك يسهل أن تتخلص التربة من الرطوبة الزائدة اذ لاتحتاج الى طاقة كبيرة .

حركة الماء الشعري :

تفرض هذه النظرية ان ارتفاع الماء الشعري في الارض مبني على نظرية حركة الماء في الانابيب الشعرية . إذ ان المسافات البينية في التربة تعتبر كأنها انابيب شعرية .

ومقدار ارتفاع الماء في الانابيب الشعرية (ع) يتناسب طردياً مع مقدار الجذب السطحي للسائل (ت) ، وعكسياً مع كل من عجلة الجاذبية الارضية (عجلة التسارع) وكثافة السائل (ث) ونصف قطر الانبوبة (نق) ويبين ذلك العلاقة التالية :

$$ع = \frac{٢ ت}{نق \times د \times ث}$$

وهذا مشتق من العلاقة التي تشير إلى أن الماء سيرتفع في الانبوبة الشعرية مسافة ما بحيث تتحقق المعادلة الآتية :

ثقل عمود السائل = التوتر السطحي

أي أن : π نق^{٢} $\times$ ع $\times$ ث $\times$ د = ٢ π نق $\times$ ت

ومنه $$ع = \frac{٢ ت}{نق \times د \times ث}$$

فاذا عوضنا عن د (عجلة الجاذبية) بـ ٩٨١ سم / ثا / ثا . وعن ت (الجذب السطحي للماء) = ٧٣٫٥ دينة لكل ١ سم . و ث (للماء) ١ غ/سم^{٣} تقريباً .

فيكون $$ع = \frac{٠٫١٥}{نق}$$

فاذا فرضنا أن أرضاً ما نصف أقطار مسامها ٠٫٠٠٠١ سم كان مقدار ارتفاع الماء الشعرى فيها :

ع = ٠٫١٥ / ٠٫٠٠٠١ = ١٥٠٠ سم = ١٥م

ولكن كثير من الباحثين واهمهم Keen ، اثبتوا أن ارتفاع الماء في التربـة لا يمكن ان يقرب عملياً من الارتفاع المحسوب في هذه المعادلة مهما صغرت اقطار الحبيبات . وكان اقصى ارتفاع ، توصـل اليه كين ، يمكن ان يرتفع اليه الماء الشعري هو ٨٠ سم في أرض طميية ثقيلة . ولو أن غـيره من الباحثين قد سجل ارتفاعات اكبر ، فقد سجلت محطة روثامستد بانجلترا ارتفاعاً قـدره ١٥٠ سم في الاراضي الطينية .

ويرجع هذا الاختلاف الى ان المسافات البينية غير منتظمة الشكل ، كما أن حبيبات التربة غـير متساوية ، وليست مرتبة ترتيباً واحداً.

وبذلك تتدخل عوامل كثيرة تحول دون وصول الماء الى الارتفاع المحسوب نظرياً .

ولقد عملت تجربة على ارتفاع الماء الشعري في نوعين من الاراضي رمليـة وسلتية صفراء، حيث وضع عمودان من التربة فوق سطح من الماء وقيست سرعـة صعود الماء في كل انبوب وكانت النتائج كما في الجدول (٨) .

جدول (٨)

ارتفاع الماء بالبوصة في كل من ارضين : رملية وسلتية صفراء

الزمـن	ارتفاع المـاء بالبوصـة	
	رمليـة	سلتية صفراء
١/٢ ساعة	١٣٫٥	٧٫٣
١ ساعة	١٤٫٣	١١٫٢
٦ ساعة	١٦٫٦	٢٦٫٦
١٢ ساعة	١٧٫٢	٣٥٫٣
١ يوم	١٨٫٤	٤٦٫٤
٣ ايام	٢٠٫٣	٥٦٫٤
٦ ايام	٢١٫٨	٧٨٫٥
٩ ايام	٢٣٫٠	٨٦٫٣
١٨ يوم	٢٥٫٣	٩٩٫٢

حيث يتضح من الجدول ان ارتفاع الماء بعد (١٨) يوم في الاراضي السلتية الصفراء كان اكبر من ارتفاعه بالارض الرملية وذلك لان المسافات البينية في الارض الرملية واسعة، بينما تكون كثيرة وضيقة في حالة الارض الصفراء. كما يلاحظ ان حركة الماء في بادىء الامر في الارض الرملية سريعة وذلك لقلة الاحتكاك بين جزيئات الماء الصاعد وسطح حبيبات الرمل الذي يكون اقل من سطح حبيبات الارض السلتية الصفراء.

ولقد عملت تجربة اخرى قدرت فيها نسبة الرطوبة في نوعين من التربة: رملية وطميية وذلك على ابعاد مختلفة من مستوى الماء في الحوض، ولقد بينت النتائج في جدول (٩).

جدول (٩)

النسبة المئوية للرطوبة عند ارتفاعات مختلفة من مستوى الماء في الحوض في ارض طميية واخرى رملية

نوع الارض	الارتفاع عن مستوى الماء في الحوض بالبوصة					
	١	٦	١٢	٢٤	٣٦	٤٧
ارض رملية	٢٤٫٣٪	١٤٫٣٪	٣٫٩٪			
ارض طميية	٣٦٫٦٪	٣٥٪	٣٢٫٤٪	٢١٫٤٪	١٢٪	٤٫٣٪

ويلاحظ ان النسبة المئوية للماء في الحالتين تقل كلما ارتفعنا عن مستوي الماء في الحوض. وعلى ذلك في الاراضي تزداد نسبة الماء الشعري في طبقاتها كلما قربنا من مستوى الماء الارضي.

وفي الطبقات القريبة من المستوى تكون كل مسام الارض مشبعة بالماء، وابعد من ذلك أي كلما اقتربنا من السطح تكون المسام الضيقة مشبعة تماماً والكبيرة غير مشبعة، ثم يأخذ الماء في التناقص كلما صعدنا الى الاعلى.

ولكن هذا الترتيب يأخذ في التغير بعد الري أو سقوط مطر حيث تصبح نسبة الماء في الطبقات العليا أعلى منها في الطبقات السفلى ولكن لفترة مؤقتة.

العوامل التي تتوقف عليها كمية الماء الشعري:

نظراً لأهمية الماء الشعري في التربة من حيث قابلية النبات لامتصاصه، لذا سنتناول العوامل التي تؤثر في سعة الارض في الاحتفاظ بالماء الشعري، ويتوقف ذلك على عدة عوامل يمكن ان تدرج بالتالي: —

١ - قوام الارض : كلما زادت نعومة التربة تزداد عموماً نسبة المسام فيها ، ولذلك فان الاراضي الطينية تتمكن من الاحتفاظ بالماء الشعري بدرجة أكبر مما هي في الاراضي الرملية ، ويرتبط تأثير قوام الارض ارتباطاً مباشراً في البناء الارضي .

٢ - بناء الارض : تتأثر السعة المائية بدرجة كبيرة ببناء الارض ، فعلى الرغم من قدرة الارض الرملية الصغيرة على الاحتفاظ بالماء الشعري ، إلا انه يمكن زيادة ذلك بضغط هذه الارض عن طريق التزحيف وكبس التربة .. وغيرها . إذ بضغط الارض الرملية يزداد عدد نقط التماس ، كما يزداد عدد الاغشية والحصور مما ينشأ عنه زيادة عدد الانابيب الشعرية فيها ، ويكون الامر بالعكس في الاراضي الطينية ، حيث ان الاراضي المضغوطة تحوي ماءً شعرياً أقل مما في حالة الاراضي الطينية ذات التركيب الحبيبي الجيد ، ولذلك نميل الى تكبير المسام الضيقة الى مسام واسعة في الاراضي الطينية بطرق تحسين البناء الارضي المعروفة .

٣ - المادة العضوية : إن زيادة المادة العضوية في التربة تؤدي الى زيادة كمية الماء الشعري فيها . فمن جهة تحسن المادة العضوية من البناء الارضي ، كما ان سطحها النوعي الداخلي كبير جداً مما يساعد أغشية الماء أن تزحف على هذه السطوح وتمسك بها .

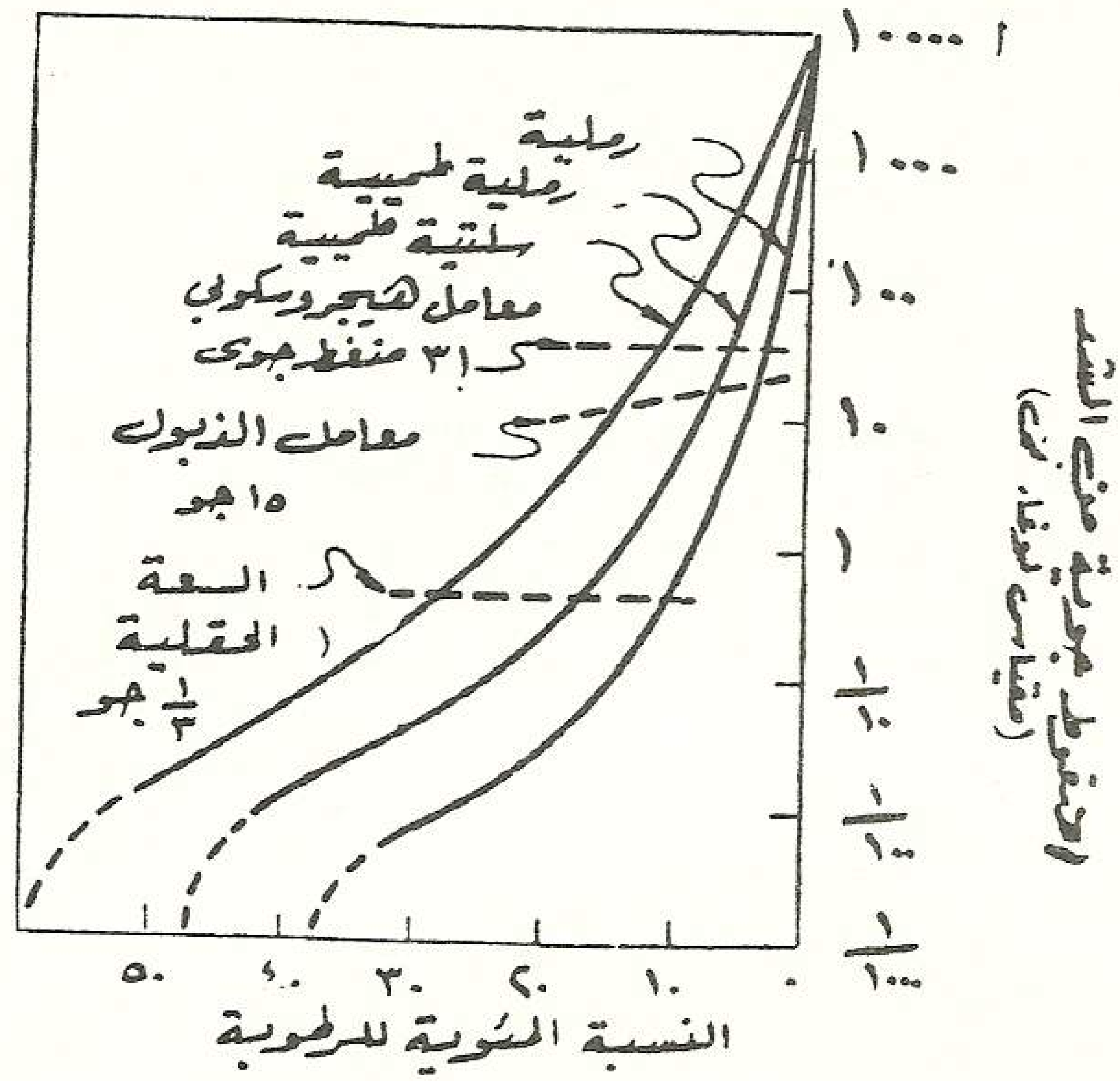
٤ - عمق التربة : تتأثر كمية الماء الشعري بعمق التربة ، ففي الاراضي ذات مستوى الماء الارضي المرتفع ، يلاحظ تناقص الماء الشعري كلما ارتفعت التربة عن مستوى الماء . أما في الاراضي ذات المستوى البعيد جداً فان كمية الماء الشعري ترتبط بعمق التربة أي بمقدار عمق الصخر أو الطبقات الصماء عن السطح ، فالاراضي الضحلة تكون قدرتها على الاحتفاظ بالماء صغيرة نظراً لصغر الحيز الذي يسمح الماء بالاحتفاظ . وهذه نقطة هامة في الزراعة البعلية حيث تختزن المياه في موسم الامطار على صورة ماء شعري تقدمه الارض للنباتات المزروعة عند الحاجة سواء في الزراعات الشتوية أو الصيفية المبكرة . إذ كلما زاد عمق التربة زادت قدرتها على الاحتفاظ بالماء وبالتالي زادت قدرتها على إمداد النبات بالماء .

٥ - الجذب السطحي للمحلول الارضي : يتأثر الجذب السطحي للمحلول الارضي بعاملين : درجة الحرارة وكذلك درجة تركيز الاملاح في المحلول الارضي ، إذ يزداد الجذب السطحي للماء بانخفاض درجة الحرارة ، وبالتالي تزدار كميته في التربة ، والمعادلة التي تبين علاقة الجذب السطحي للماء بدرجة الحرارة هي :

$$ت_د = ت_. - ع \times د$$

حيث : $ت_د$ = الجذب السطحي للماء عند درجة الحرارة د°م.

$ت_.$ = 〃 〃 〃 〃 〃 〃 صفر مئوية.



شكل (١٨)

الجافة من عينة التربة . كما يلاحظ أن الماء الارضي قد يكون ممسوكاً بقوة تقرب من ١٠،٠٠٠ ضغط جوي (أي PF = ٧) عندما تكون التربة قريبة من الجفاف . وعندما يضاف الماء الى التربة بكمية كبيرة تصبح القوة اللازمة لسحب وحدة من الماء المضاف الى التربة صغيرة ، والمنحنيات تمثل التدرج في هذه القوى المتصلة ، مما يبين أن الماء الارضي لا يقسم الى صوره المختلفة لاختلاف في نوعه ، وانما تسمى صوره حسب درجة أو مدى القوى التي تمسكه .

وتختلف أشكال المنحنيات الخاصة بقوى مسك التربة للماء PF Curves من أرض الى اخرى حسب قوامها ، الذي يحدد قوة حفظها للماء ، ونسبة واتساع المسافات البينية ، وغيرها من الخواص .

وقد قسمت صور الماء الارضي على اساس عامل القوة PF هذا فيعتبر :

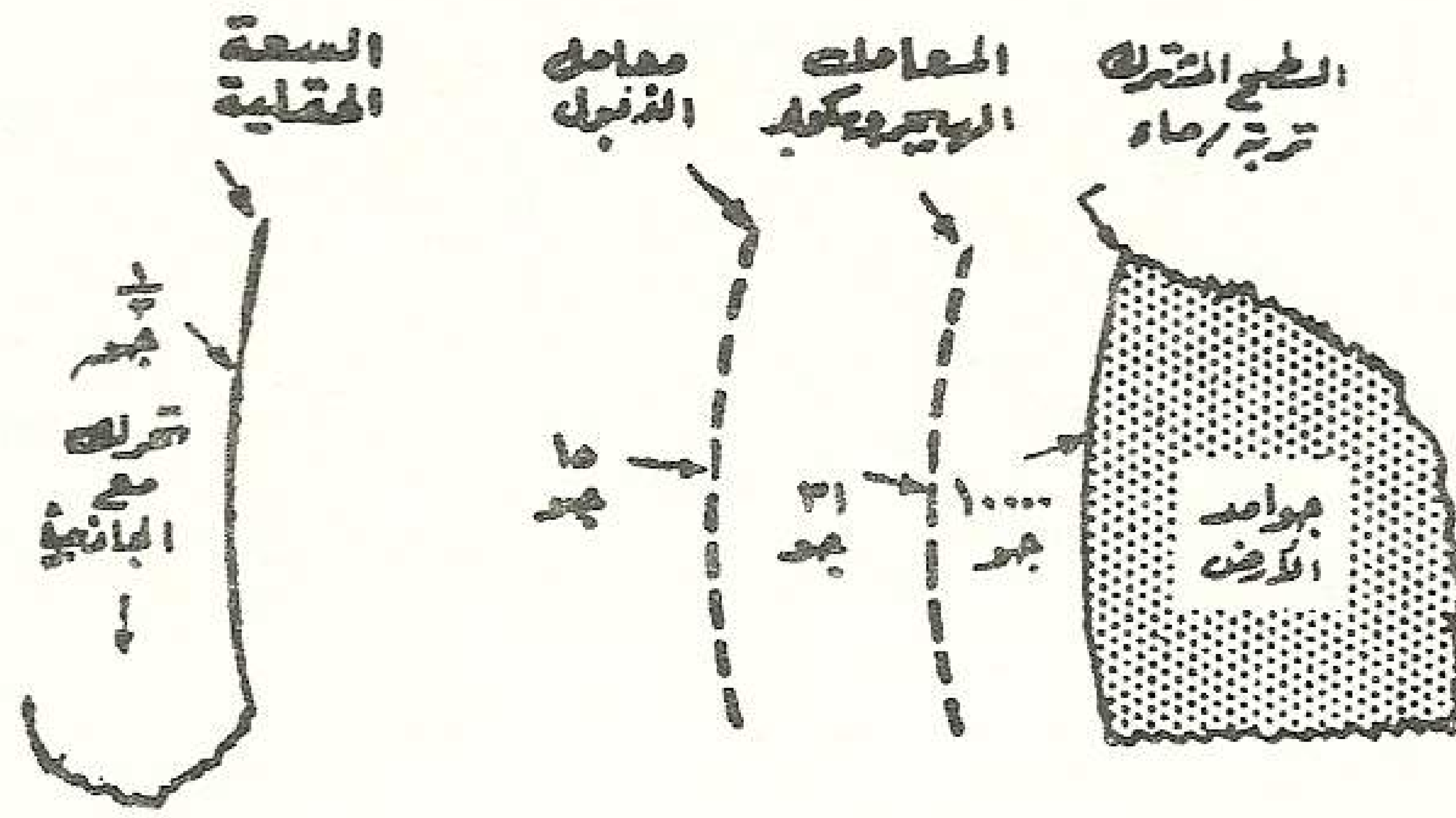
١ ـ الماء الايجروسكوبي ما كان عامل القوى ٤،٥٩ فأكثر .

٢ ـ الماء الشعري ويقع بين ٤،٥ و ٢،٧ .

٣ ـ الماء الحر اذا قل عامل القوة عن ٢،٧ .

وقد بني هذا التقسيم على أساس ان عامل القوة اذا نقص عن ٢،٧ كانت قابلية الماء للحركة كبيرة ، بحيث انه يبدأ بالتحرك متأثراً بالجاذبية الارضية .

وان عامل القوة (٤٥) يقابل قوة التصاق الماء حول الحبيبات عندما تمتـــص الارض أقصى مقدار للماء الايجروسكوبي في جو مشبع ، به رطوبة نسبية تقترب من ١٠٠٪ ، وانه اذا زاد المـاء عن ذلك يبدأ في اظهار خاصة التوتر السطحي ، وهي بطبيعة الحال تميز الماءالشعري عن الماء الايجروسكوبي



شكل (١٩) رسم توضيحي يبين العلاقة بين سمك اغشية الماء وقوة شد المـاء حول الحبيبات مقدرة بالضغط الجوي

تقدير رطوبة الارض :

يمكن أن تقدر الرطوبة في الارض إما بالطريقة المباشرة ، او عن طريق تقدير الطاقة التي يمسك بها الماء في التربة . وهناك خمسة طرق رئيسية ، نذكرها بالتالي :

١ ـ الطريقة الوزنية : وهي أكثر الطرق استعمالاً ودقة ؛ حيث توضع عينة التربة الرطبة المعروفة الوزن في فرن درجة حرارته ١٠٠ ــ ١١٠° م لمدة معلومة ، ثم توزن العينـة ثانية ، وتكرر العملية حتى ثبات الوزن ، وتعتبر الكمية التي فقدت بالتسخين تمثل الرطوبة الارضية الموجودة في العينة الرطبة .

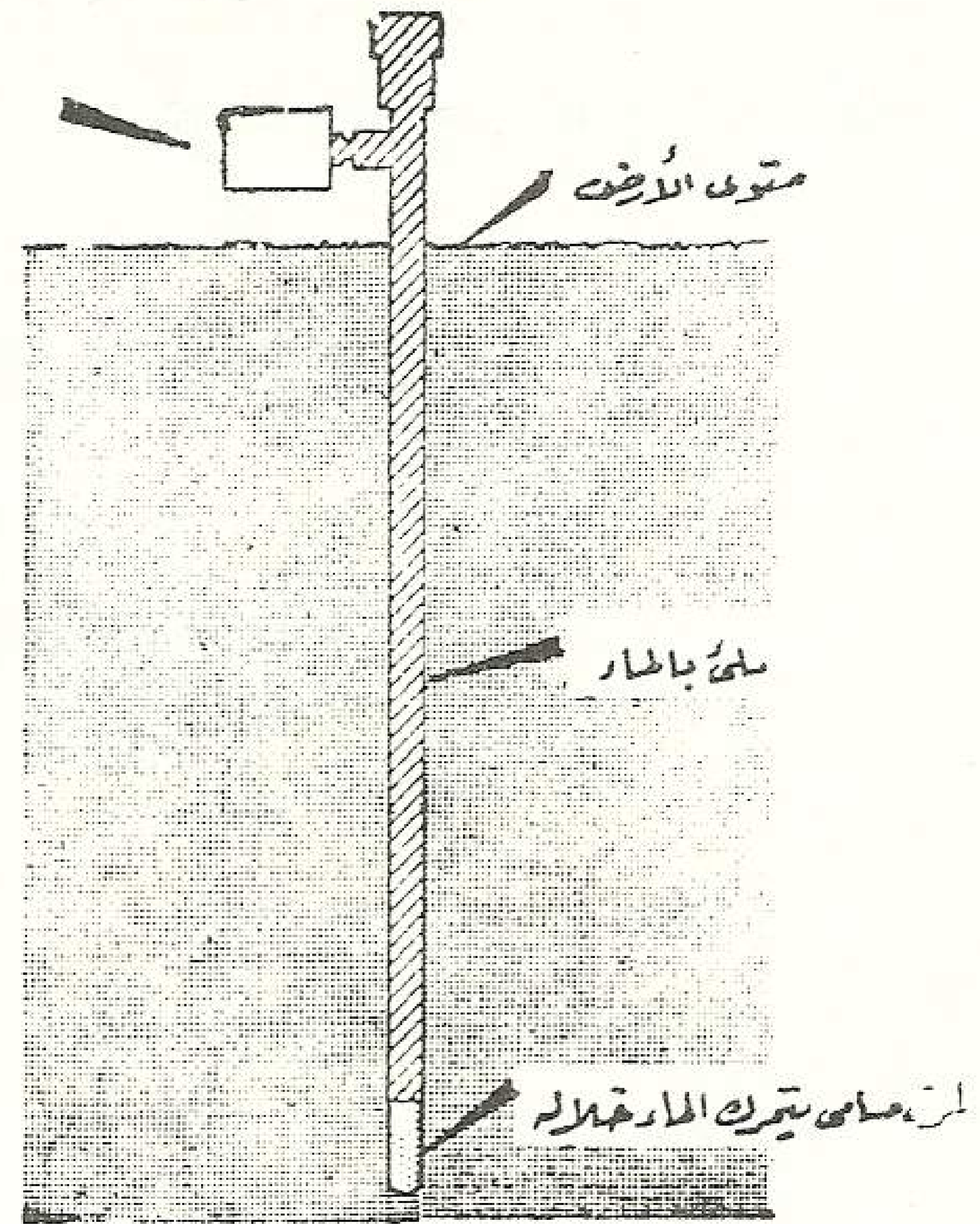
٢ ـ طريقة الطرد المركزي : وذلك بتعريض الرطوبة الارضية في التربة الى قوة جذب قد تصل الى ٣٠٠٠٠ مرة قدر الجاذبية الارضية .

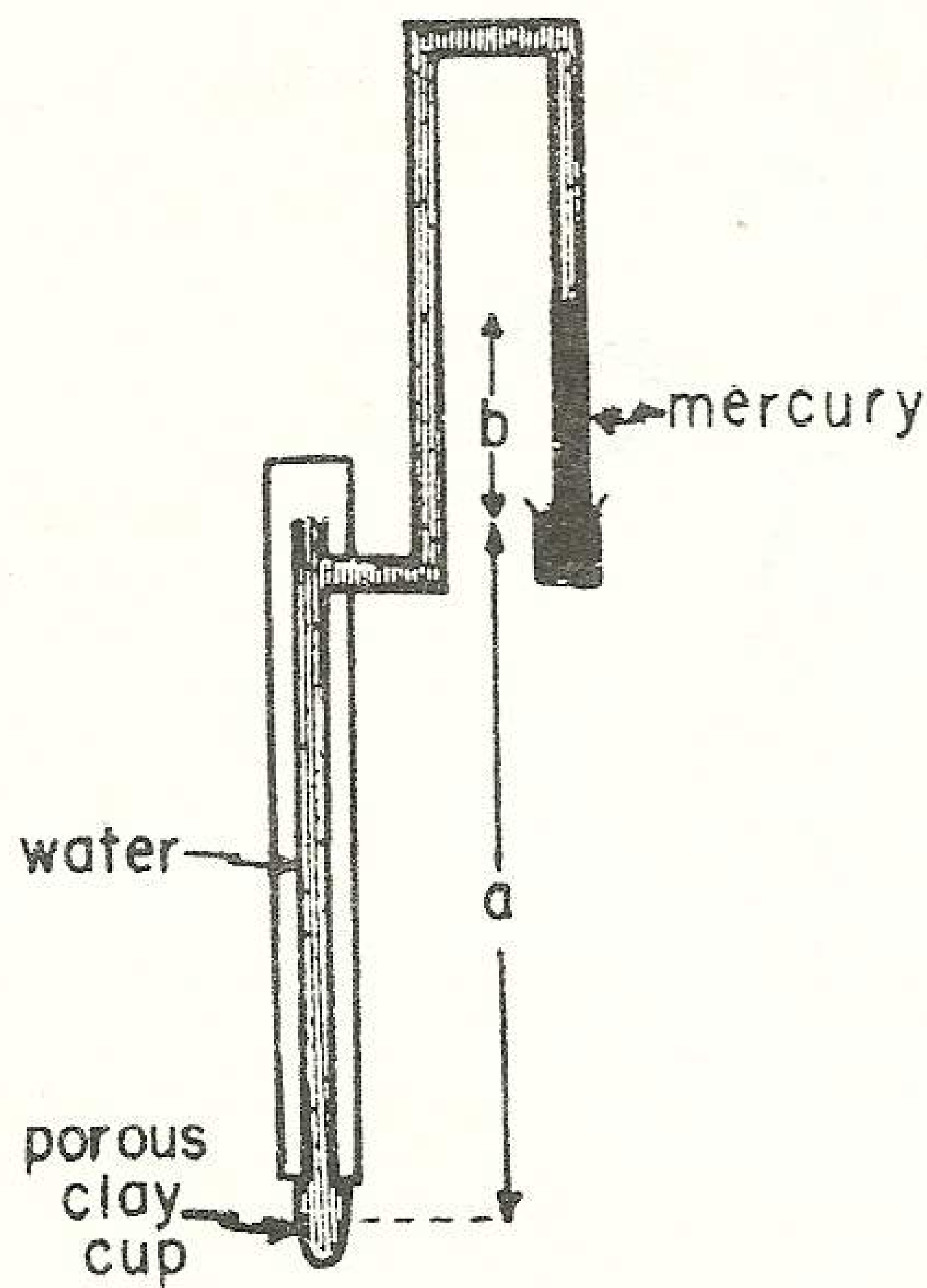
٣ ـ طريقة التوصيل الكهربي : ويستعمل فيها قوالب من الجبس (Gypsum blocks) ، تتصل بجهاز خاص لقياس مقاومة تيار كهربائي معلوم ، وتتوقف مقاومة التيار في القوالب المذكورة على كميـة الرطوبة الموجودة بها ، وعند دفن هذه القوالب في التربة باحتراس فانه يحدث اتزان بين الماء في الارض وفي القوالب ، وعند قياس مدى التوصيل الكهربائي خـــلال القالب الجبسي (الذي يوضع فيه سلكين معدنيين يفصلها عن بعضها مسافة ثابتة) يمكن معرفة نسبة الرطوبة في التربة ، ويستعان في ذلك بمعايرة

قراءات المقاومة في الجهاز مع محتوى معلوم عن الرطوبة في الارض .. وتستخدم هذه الاجهزة بنجاح في عمليات الري ، وتعتبر حساسة في حالات قوى الشد الواقعة بين ١ - ١٥ ضغط جوي .

وينصح ألا تستخدم طريقة قوالب الجبس في الاراضي التي تحتوي على طين من نوع المونتموريللونيت وهذا الطين يمتص كمية كبيرة من الماء وينتفخ به ، وعند نقص الرطوبة قليلا تميل الارض للانكماش والتشقق تدريجياً مما يقلل التلامس المباشر بين التربة الرطبة وقالب الجبس المدفون في التربة وبالتالي تكون قراءات الجهاز خاطئة في المستويات المنخفضة من الرطوبة .

٤ - طريقة التنشيومترات Tensiometer : وهذه في المادة تقيس الطاقة التي يرتبط بها الماء بالارض أي قوة الشد . وهو من أكثر الطرق انتشاراً ، وتوجد أنواع عديدة منه . والفكرة الرئيسية للجهاز انه يتكون من رأس مدببة مسامية مصنوعة من الطين ، ومتصلة بمقياس (مانومتر) زئبقي ، أو مقياس





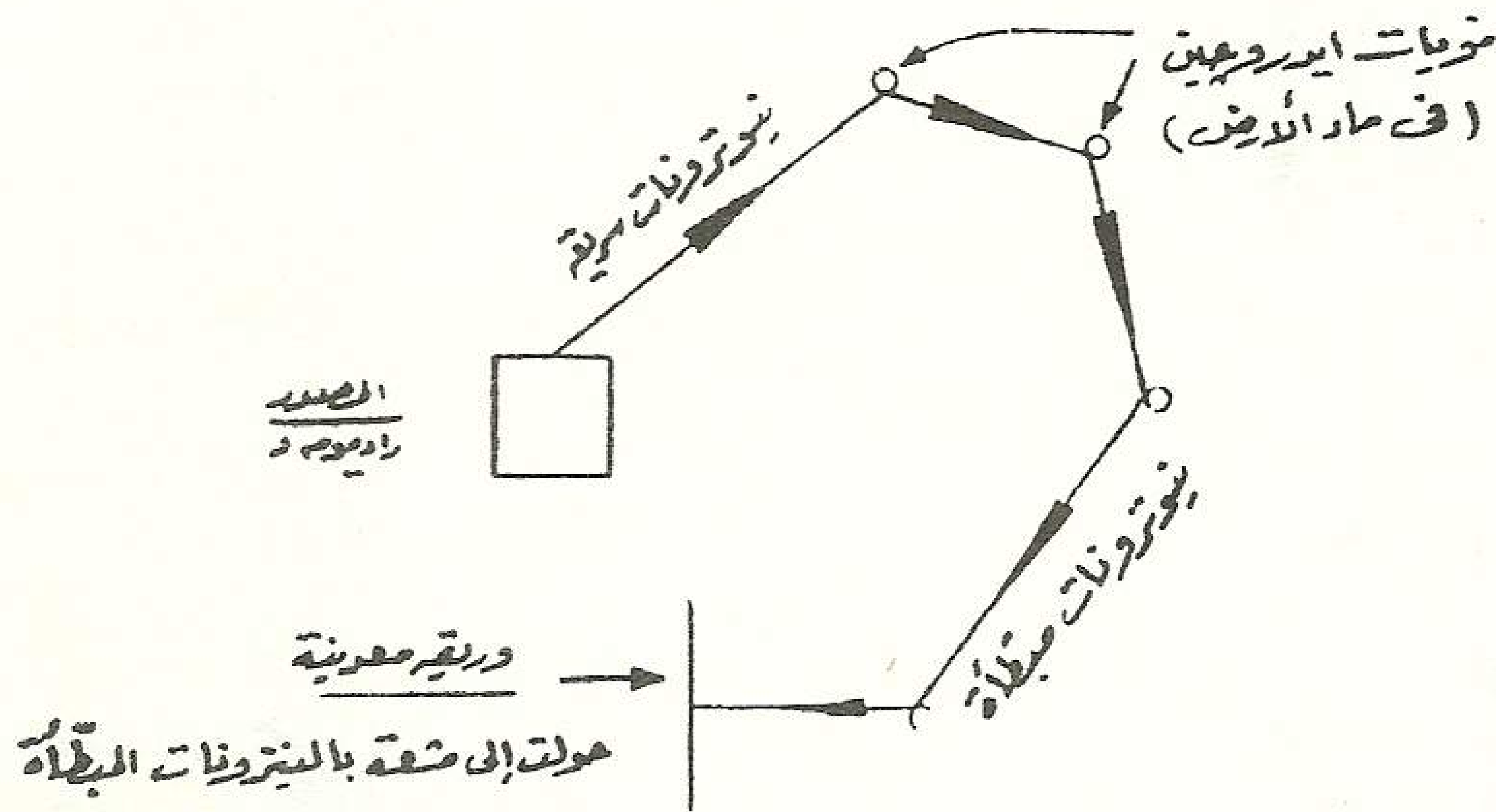
شكل (٢٠) رسم تخطيطى لمقطع Tensiometer (الى اليمين)
من نوع مقياس قوة الشد ، (الى اليسار) من النوع الزئبقي

لقوة الشد ، وتملأ الرأس المسامية والانبوبة المتصلة بها بالماء ، ثم تغمس الرأس المدببة في التربة المحتوية على أية نسبة من الرطوبة المراد اختبارها . فاذا ما تم التوازن بين الماء الموجود في الرأس المدببة وفي التربة، تقدر قوة جذب التربة للماء عندئذ بقراءة مقياس قوة الشد ، أو بقراءة ارتفاعي الزئبق والماء في مقياس الضغط ، حيث يجري حساب قوة جذب التربة للماء بمعادلة بسيطة .

وتستخدم طريقة التنشيومتر بنجاح في قوى الشد المنخفضة في التربة أي حوالي ١ ض ج أو أقل أي في حدود السعة الحقلية المعتادة وتوجد منه أطوال مختلفة يختار الملائم منها لنوع المحصول المزروع ومدى تعمق جذوره .

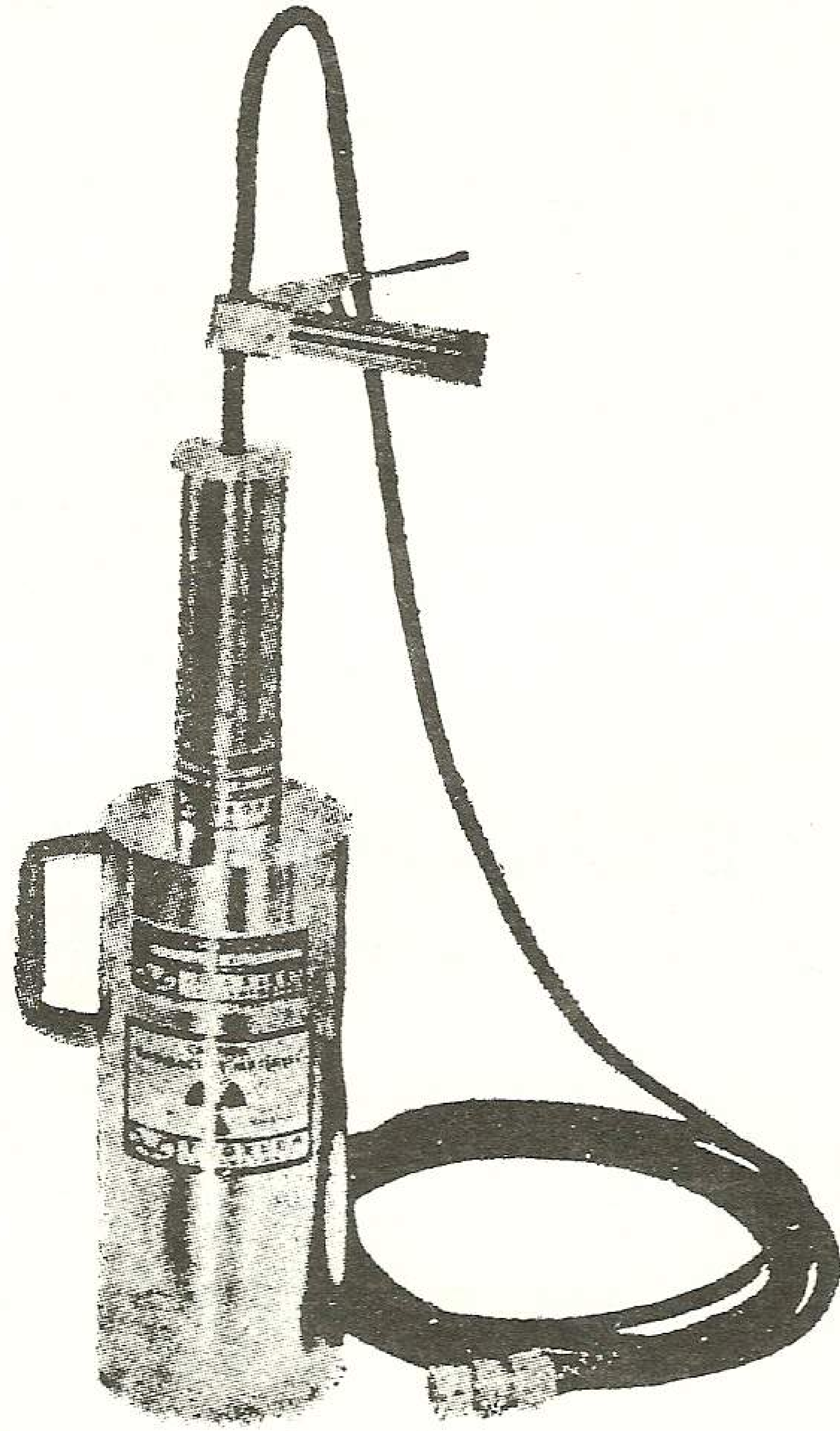
• ـ طريقة تشتت النيوترونات Neutron-Scattering method : وتعتبر من احدث الطرق التي اكتشفت لتقدير رطوبة الارض . فقد أمكن استغلال الحقيقة المعروفة عن ذرات الأيدروجين التي يحتويها الماء الارضي بأن تأثيرها أكيد في الاقلال من سرعة النترونات سريعة الحركة ، وفي تشتيتها . وبسبب التشتت والتغير في اتجاه هذه النترونات يعود بعضها الى نقطة قريبة من المصدر الاصلي كجزيئات بطيئة الحركة .

ويتعلق عدد هذه النترونات البطيئة بكمية ذرات الأيدروجين (وبالتالي بجزيئات H_2O) الموجودة في الارض . وعادة تنطلق النيترونات من المصدر المشع (راديوم D أو كوبلت ٦٠) على درجة عالية من السرعة . وعندما تصطدم هذه النترونات بذرة صغيرة مثل الأيدروجين الموجود في الماء الأرضي فان



شكل (٢١) توضيح لطريقة النيوترونات في قياس رطوبة الارض

اتجاه حركتها يتغير وتفقد جزءاً من طاقتها وبذلك تصبح بطيئة . وهذه النيوترونات المبطأة يمكن قياسها باستخدام صفيحة رقيقة من معدن الروديوم أو الفضة التي تصبح مشعة عندما تصطدم بها النيوترونات وكلما زاد الماء في الارض زاد عدد النيوترونات المبطأة التي تصدم الصفيحة المعدنية ، وكبرت الاشعاعية الناتجة وأمكن قياسها بسهولة ، حيث تنتقل الاشعاعات الى جهاز عد خاص مرفق بالجهاز ، ومن عدد الاشعاعات التي تزداد بزيادة الرطوبة في التربة يمكن من جداول خاصة معرفة مقدار الرطوبة في التربة



شكل (٢٢) جهاز قياس الرطوبة بطريقة تشتت النيوترونات

وتمتاز طريقة تشتت النيوترونات أنها تستخدم دون أي تغيير في البناء الارضي أو دون ان تتأثر القراءات بنسبة الاملاح الموجودة في التربة .

الثوابت المائية الارضية

SOIL MOISTURE CONSTANTS

هناك نقطاً ثابتة مميزة يمكن على اساسها اخذ فكرة عن حالة الرطوبة في التربة ، ونستعرض في التالي أكثر هذه النقاط أهمية :

١ ـ المعامل الايجروسكوبي Hygroscopic coefficient : وقد سبق الكلام عنه .

٢ ـ المكافىء الرطوبي Moisture equivalent : وهي من النقط التقريبية الوضعية المتفق عليها Arbitrary point ، وتعرف بأنها النسبة المئوية للرطوبة التي تحتفظ في التربة بعد تعريض التربة المشبعة بالماء لطرد مركزي يعادل الجاذبية الارضية مقدار ١٠٠٠ مرة .

ولقد قدرت القوة التي تمسك بها التربة الماء حول حبيباتها ، فوجدت انها تعادل ١/٢ ضغط جوي أى حوالي PF = ٢٫٧ .

وقد وجد lebedev انه كلما زاد الطرد المركزي المؤثر على التربة المبتلة كلما نقص مقدار الماء الذي يمكن للتربة ان تحفظه . حتى اذا ما وصل الى قوة طرد مركزي مقداره ١٨٠٠٠ مرة مقدار الجاذبية الارضية انعدم نقص الماء .

ويرى Hendrickson and Veihmeyer سنة ١٩٣١ ان المكافىء الرطوبي في الاراضي دقيقة القوام تقارب السعة الحقلية . اما في الاراضي الخشنة القوام والتي يقل المكافىء الرطوبي فيها عن ١٤٪ فيكون المكافىء الرطوبي اقل من السعة الحقلية .

٣ ـ السعة الحقلية (او المائية) المعتادة Normal-Field capacity : وهي عبارة عن النسبة المئوية للماء التي تحتفظ بها الارض بعد رشح الماء الزائد ، وتكون سرعة الرشح قد قلت جداً حيث تقرب من الصفر ويتحصل على هذه الحالة في الاراضي جيدة الصرف بعد الري بحوالي ٤٨ ساعة .

وتعتبر معرفة السعة الحقلية المعتادة للارض الزراعية ضرورية جداً ، حيث يستفاد منها في تحديد أقصى كمية مياه يجب اضافتها للارض في الرية الواحدة لتبتل منطقة الجذور . إذ الملاحظ أن المياه الزائدة عن السعة الحقلية المعتادة لا تستطيع التربة الاحتفاظ بها ولذلك ترشح اسفل منطقة الجذور .

ويلاحظ تغطية سطح التربة بقش النباتات أو غيره حتى لا تتعرض الرطوبة الموجودة بها الى الفقد بالتبخر من سطح الارض ، ولقد قدرت PF عند درجة السعة الحقلية المعتادة ، فوجدت انها تساوي تقريباً ٢٫٧ ، اي انها قريبة من المكافىء الرطوبي كما ذكر سابقاً . والفرق بينهما ان الاولى تقدر في الحقل ، بينما الثانية (أي المكافىء الرطوبي) تقدر في المعمل .

ويعتبر تحبيب التربة وضغطها من اهم العوامل التي تؤثر على حفظ التربة الماء ، فضغط الارض الرملية يزيد من قدرتها على حفظ الماء ، بينما عملية التحبيب في التربة تزيد من قوة حفظ التربة الطينية للماء .

٤ ـ السعة المائية العظمى Maximum Water Capactiy وهي أقصى نسبة من الرطوبة يمكن أن تتشبع بها عينة من التربة بعد تمام طرد الهواء من مسافاتها البينية ، وتكون قيمة PF عند هذه الدرجة

= صفر ، وهذه الحالة لا تحصل عادة في الاراضي العادية . بل توجد في إحدى حالتين :

آ ـ الاراضي الغدقة السيئة الصرف .

ب ـ طبقات التربة التي تحت مستوى الماء الارضي أو القريبة منه جداً .

٥ ـ معامل الذبول Wilting Coefficient : تظهر دلائل الذبول عند درجة تنقص عندها نسبة الرطوبة في التربة لدرجة تكون قوة جذب حبيبات التربة الماء اكبر من قوة جذب الشعيرات الجذرية للماء ، أي لدرجة لا يمكن للجذور عندها انتزاع الماء من التربة .

ويعرف معامل الذبول بأنه : النسبة المئوية للرطوبة التي تحتويها التربة عندما تبدو على أوراق النبات دلائل الذبول المستمر ، وذلك نتيجة لعجز النبات عن امتصاص الماء من هذه التربة .

ويختار عادة نبات عباد الشمس لاجراء مثل هذا التقدير ، اذ انه نبات حساس لنقص الماء . ويقصد بالذبول المستمر ، ان الاوراق القاعدية للنبات تعجز عن استرداد نشاطها عند وضعها في جو مشبع ببخار الماء وبدون اضافة ماء للتربة . ولقد وجد في معظم النباتات ان الذبول يصحبه دائماً نقص في الماء الذي تحتويه اوراق هذه النباتات .

ومن الضروري التمييز بين الذبول الدائم والذبول المؤقت . فالذبول الدائم يحدث نتيجة نقص الرطوبة في التربة لدرجة يعجز معها جذر النبات من امتصاص الماء اللازم له . أما الذبول المؤقت فيظهر على الاوراق بالرغم من احتواء التربة على نسبة عالية من الرطوبة ، ويحدث ذلك في أيام الصيف الحارة عند فترة الظهيرة حيث يكون معدل النتح أعلى من سرعة امتصاص الجذر للماء ولذلك يحدث اختلال في في التوازن بين الماء الممتص وماء النتح ينتج عنه ذبول الاوراق ولكن سرعان ما يستعيد النبات نشاطه ثانية قبيل الغروب عند انخفاض حرارة الجو .

واقد وجد بريجز وشانتز Briggs and Shantz ان معامل الذبول =

$$\frac{\text{المكافىء الرطوبي}}{١٫٨٤}$$

ولقد وجد أن الرقم (١٫٨٤) هذا ، يختلف باختلاف التربة ، ويتراوح بين ١٫٧٣ ـ ٣٫٨٢ .

ويختلف معامل الذبول باختلاف قوام التربة ومقدار ما تحتويه من الغرويات والمواد العضوية . إذ أن معامل الذبول في الارض الطينية اكبر منه في الاراضي الرملية ، كما وجد ان معامل الذبول ثابت للارض الواحدة وهو لا يختلف باختلاف النبات المزرع ، كما يتبين من الجدول (١١) . ولقد كان هذا مثار جدل بين علماء الاراضي والذين يهتمون بفيزيولوجيا النبات ، إذ يعتبر النباتيون أن معامل الذبول يتعلق بنوع النبات أكثر مما في طبيعة الارض ، ويدعمون رأيهم بامكانية النباتات الصحراوية أن

تمتص الرطوبة من التربة حتى ولو كانت دون معامل الذبول . وواضح من الجدول رقم (١١) أن رأي علماء الاراضي يبقى صحيحاً في حدود النباتات الاقتصادية .

جدول (١١) النسبة المئوية للرطوبة عند معامل الذبول
في أراضي مختلفة القوام ومزروعة بنباتات مختلفة

	رملية ناعمة	صفراء رملية	صفراء	صفراء طينية
ذرة صفراء	٣٫١	٦٫٥	٩٫٩	١٥٫٥
ذرة بيضاء	٣٫٦	٥٫٩	١٠	١٤٫١
القمح	٣٫٣	٦٫٣	١٠٫٣	٤٫٥
بازلاء	٣٫٣	٦٫٩	١٢٫٤	١٦٫٦
بندورة	٣٫٣	٦٫٩	١٠٫٧	١٥٫٣
أرز	٢٫٧	٥٫٦	١٠٫١	١٣

ويبين الجدول رقم (١٢) قيمة معامل الذبول والسعة الحقلية المتادة لعينات أراضي من حوض البليخ في منطقة الرقة . وواضح أن كلاً منها يزداد بازدياد نعومة التربة ، كذلك فان الماء القابل للاستفادة يزداد ايضاً كلما صغرت انصاف أقطار الحبيبات .

ومن الضروري أن تروى الأرض قبل أن تنخفض نسبة الرطوبة فيها عن معامل الذبول ، وذلك كي لا تتعرض النباتات للأذى . ومن هنا نشأت فكرة الماء القابل للاستفادة ، إذ أن أقصى كمية له تنحصر في التربة الواحدة بين معامل الذبول والسعة الحقلية المتادة ، وهذا ما يطلق عليه سعة الاحتفاظ بالماء .

ومن الضروري الانتباه الى أن فكرة الماء القابل للاستفادة والتي تنحصر بين معامل الذبول والسعة الحقلية المتادة تكون صحيحة في الاراضي الجيدة . أما عند وجود أملاح في التربة ، فانها تعمل على رفع الضغط الأسموزي للمحلول الارضي ويصبح امتصاص الماء من قبل جذر النبات صعباً ، ويتوقف مقدار ارتفاع الضغط الاسموزي على تركيز الاملاح في التربة إذ يزداد بزيادتها ، أي أن الاملاح تعمل على الاقلال من كمية الماء القابل للاستفادة وذلك برفع الحد الادنى له لدرجة أعلى من معامل الذبول ، إذ من الضروري أن تكون القدرة الامتصاصية للجذر تساوي أو تزيد عن الجذب المتبادل بين التربة والماء مضافاً اليه الضغط الاسموزي للمحلول الارضي وهذا ما يعرف باسم الجهد الرطوبي الكلي Total moisture stress وهذا الأمر كبير الأهمية في الاراضي المالحة إذ قد تشير القياسات الي وجود رطوبة كافية ، اي أعلى من

جدول (١٢) النسبة المئوية للرطوبة عند معامل الذبول والسمة الحقلية المعتادة لأراضي مختلفة القوام من حوض البليخ في الرقة (زين العابدين - سفاف)

معامل الذبول	السمة الحقلية	التحليل الميكانيكي		
		رمل	سلت	طين
٪	٪	٪	٪	٪
٥٫٣٥	١٧٫٣٥	٧٦٫٩	١٤٫١	٩
٧٫٥٤	٢٢٫٧٥	٦٧٫٢	١٢٫٢	٢٠٫٦
٨٫١٣	٢٥٫٥١	٦١٫٦	١٥٫٦	٢٢٫٨
١٠٫٠٥	٢٧٫١١	٤٦٫٩	٣٥٫٠	١٨٫١
١٥,١٨	٣٧٫٠٥	٢٨٫٧	٣٧٫٣	٣٤
٢٠٫٥٩	٣٦٫١٧	٢٥٫٠	٣٨٫٦	٣٦٫٤
٢٣٫٥٦	٤١٫٧٥	٥٫٠	٤٨٫٠	٤٧٫٠
٢٤٫٠٥	٣٩٫٤٢	١٤٫٣	٤٨٫٢	٣٧٫٥٠

معامل الذبول ، وبالرغم من ذلك قد يذبل النبات ، وهـــذا يرجع الى الضغط الاسموزي المرتفـــع للمحلول الارضي .

٦ ـ نقطة الالتصاق Sticky point : إذا أخذت عينة تربة وأضيف اليها ماء بالتدريـج ومزجت جيداً حتى تتماسك وتلتصق التصاقاً تاماً بحيث لا تترك أثراً على اليد أو على جدران الاناء المعجونة به ، فالحالة التي تصبح عندها التربة في صورة عجينة لينة مـــتماسكة يمكن تشكيلها دون أن تتسخ اليد تعرف بنقطة الالتصاق .

وتحدد تلك النقطة بتقدير النسبة المئوية للرطوبة على اساس الوزن الجاف عندما نصل حال التربـة الى ما وصف سابقاً ، ووجد أن هناك ارتباطاً بين نقطة الالتصاق ونسبة الطين . إذ أن الرطوبة عنـد نقطة الالتصاق تزداد بازدياد الطين والمواد العضوية في الارض . ويبين ذلك المعادلة الآتية :

نقطة الالتصاق = ٪ للطين × ٠٫٥٩٦ + ٠٦٫٦٥

كما أن هناك علاقة بين نسبة الرطوبة عند نقطة الالتصاق والمكافىء الرطوبي توضح بالآتي :

نسبة الرطوبة عند نقطة الالتصاق = المكافىء الرطوبي لنفس التربة + ١٠٪ من المكافىء الرطوبي .

الطرق الحسابية لتقدير الماء في التربة :

١ ـ التقدير على اساس الوزن : ويتم بقسمة كمية الماء الموجودة في التربة على وزن التربة :

آ ـ التقدير على أساس الوزن المبتل ، وتحسب كالآتي :

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة في التربة} = \frac{\text{كمية الماء}}{\text{وزن التربة}} \times ١٠٠$$

ب ـ التقدير على أساس الوزن الجاف ، وفيه :

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة في التربة} = \frac{\text{كمية الماء}}{\text{وزن التربة الجافة}} \times ١٠٠$$

وتقدير نسبة الرطوبة على اساس الوزن المبتل غير مرغوب فيه ، وإنما يجري التقدير على اساس وزن التربة الجافة تماماً . ويرجع السبب في ذلك الى أن نسبة الرطوبـة في التربة (أي الوزن المبتل) رقم غير ثابت بل يتغير بتغير الرطوبة ، ومن الضروري أن يجري القياس على أساس ثابت دائمـاً ولذلك يختار الوزن الجاف تماماً . والمثال التالي يوضح طريقة الحساب ، فلو أخذ ١٠٠ غ تربة جافة تماماً واضيفت لها ٣٠ غ ماء لأصبح الوزن المبتل للتربة ١٣٠ غ وتكون النسبة المئوية للرطوبة عند ذلك :

$$\text{على أساس الوزن المبتل } \frac{٣٠}{١٣٠} \times ١٠٠ = ٢٣٫٠٨ \ ٪$$

أي أن كل ١٠٠ غ تربة رطبة تحوي ٢٣٫٠٨ غ رطوبة و ٧٦٫٩٢ غ تربة جافة

$$\text{أما على أساس الوزن الجاف } = \frac{٣٠}{١٠٠} \times ١٠٠ = ٣٠ \ ٪$$

اي أن كل ١٣٠ غ تربة رطبة تحوي ٣٠ غ ماء و ١٠٠ غ تربة جافة .

وفائدة النسبة إلى أساس ثابت (وهو التربة الجافة) يبدو اكثر اهمية عند مقارنة أي مكون من مكونات التربة بين ارضين فان ٣٠٪ طين في أرض ما بها نسبة رطوبة ٤٠٪ تختلف تماماً عن ٣٠٪ طين في ارض بها نسبة رطوبة ٢٠٪ وذلك فيما إذا كان الحساب على اساس الوزن المبتل ، بينما يكون محتوى الارضين من الطين واحداً فيما لو كان الحساب على اساس الوزن الجاف .

٢ ـ التقدير على اساس الحجم الظاهري للتربة : وتحسب كالتالي :

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة على اساس الحجم } = \frac{\text{حجم الماء}}{\text{الحجم الظاهري للتربة}} \times ١٠٠$$

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة على اساس الوزن الجاف } = \frac{\text{ك الماء}}{\text{ك تربة جافة}} \times ١٠٠ =$$

$$= \frac{\text{ح ماء} \times \text{كثافته}}{\text{ح تربة ظاهري} \times \text{ث ظ}} \times ١٠٠$$

نظراً لأن الكتلة = الحجم × الكثافة ، حيث أن ح ماء هو حجم الماء و ح تربة ظاهري هو الحجم الظاهري للتربة .

فاذا رمزنا للنسبة المئوية للرطوبة على اساس الوزن الجاف بالحرف (و) وعوضنا في المعادلة السابقة تصبح :

$$\text{و } = \text{نسبة الرطوبة على اساس الحجم} \times \frac{\text{ث ماء}}{\text{ث ظ}}$$

ولما كانت كثافة الماء تساوي تقريباً ١ غ/سم^{٣} تصبح المعادلة :

$$\text{نسبة الرطوبة على اساس الحجم الظاهري } = \text{و . ث ظ} = \frac{\text{ح ماء}}{\text{ح ظ}} \times ١٠٠$$

أي لايجاد الرطوبة على اساس الحجم تضرب الكثافة الظاهرية بالنسبة المئوية للرطوبـــة على اساس الوزن .

ويستفاد من المعادلة السابقة في اعمال الري وذلك بحساب كمية الماء الواجب اعطاؤها لأرض ماعند الري بمعرفة الكثافة الظاهرية للتربة ، وكذلك بمعرفة النسبة المئوية للرطوبـــة على أساس الوزن الواجب إضافتها للتربة .

ولما كانت الرطوبة في الارض المنزرعة يجب ألا تقل عن معامل الذبول ، كما أنه يستحسن ألا تزيد كمية الرطوبة في الارض عن السعة الحقلية . لذا يمكن حساب النسبة المئوية للرطوبة الواجب اضافتهـــا للارض المنزرعة بين المجالين : السعة الحقلية ومعامل الذبول

وبمــا أن $\frac{\text{ح ماء}}{\text{ح ظ}} = \frac{\text{ع}_1}{\text{ع}_2}$

(ع_1 ، ع_2 سمك طبقة الماء والتربة لأن الحجم عبارة عن وحدة المساحة $\times$ الارتفاع) .

ولما كان $\frac{\text{ح ماء}}{\text{ح ظ}} \times 100 = \text{و} \times \text{ث ظ}$ وبالتعويض بـ ع_1 و ع_2 تصبح المعادلة :

$$\frac{\text{ع}_1 \text{ الماء}}{\text{ع}_2 \text{ للتربة}} = \frac{\text{و}}{100} \times \text{ث ظ}$$

ومنه :

$$\text{ع}_1 \text{ الماء} = \text{ع}_2 \text{ للتربة} \times \frac{\text{و}}{100} \times \text{ث ظ}$$

أي أن سمك الماء الواجب اضافته للتربة يساوي الى حاصل جداء سمك التربة (ويقصد به مجـال انتشار الجذور) والنسبة المئوية للرطوبة الواجب اضافتها (وهي الفرق بين السعة الحقلية المعتادة ومعامل الذبول) وكذلك الكثافة الظاهرية للتربة .

تمرين (١) :

اذا كانت الكثافة الظاهرية لتربة ما هي ١٫١٥ ، ١٫٢١ ، ١٫٢٥غ/سم^3 للطبقات :. ـ ١٥ سم ، ١٥ ـ ٢٥ سم ، ٢٥ ـ ١٠٠ سم . ويراد رفع نسبة الرطوبة فيها بمقدار ١٥٫٢ ٪ ، ١٧٫٠ ٪ ، ١٩٫٥ ٪ للطبقات الثلاث على الترتيب احسب سمك طبقة الماء اللازم اضافتها :

الحـــل :

ع١ المـاء = ع١ التربة × $\frac{\text{و}}{١٠٠}$ × ث ظ

∴ ع١ الماء للطبقة الاولى = ١٥ × $\frac{١٥٫٢}{١٠٠}$ × ١٫١٥ = ٢٫٦٢ سم

ع١ للماء للطبقة المتوسطة = (٢٥ - ١٥) × $\frac{١٧}{١٠٠}$ × ١٫٢١ = ٢٫٠٥ سم

ع١ للماء للطبقة الثالثة = (١٠٠ - ٢٥) × $\frac{١٩٫٥}{١٠٠}$ × ١٫٢٥ = ١٨٫٢٨ سم

ع١ للماء الكلي = ٢٫٦٢ + ٢٫٠٥ + ١٨٫٢٨ = ٢٢٫٩٥ سم

وبمعرفة المساحة يمكن حساب حجم الماء وبالتالي كمية الماء الواجب إضافتها .

تمرين (٢) :

وجد بالتجربة ان جذور بعض النباتات الفعالة في امتصاص الماء تمتد لعمق ٢ مـــتر . فاذا كانت لديك المعلومات الآتية :

آ - المـكافىء الرطوبي (من صفر - عمق ٥٠ سم) = ١٥٫٢٪

ب - المـكافىء الرطوبي (من عمق ٥٠ - ١٠٠ سم) = ٢٠٪

ج - المـكافىء الرطوبي (من ١٠٠ - ٢٠٠ سم) = ١٨٪

وان متوسط معامل الذبول لهذه الطبقات كما يلي :

الطبقة آ = ٧٪

الطبقة ب = ١٠٪

الطبقة ج = ٥٫٥٪

وان الكثافة الظاهرية للطبقات الثلاث على الترتيب هي ١٫١٥ ، ١٫٢ ، ١٫٢٥ غ/سم^{٣} .

فلو وصلت نسبة الرطوبة في التربة الى معامل الذبول فما هو عمق الماء بالسم اللازم اضافته بالري حتى تصل نسبة الرطوبة في هذه التربة الى سعتها المائية المعتادة حتى عمق (٢) م .

الحـــل :

نسبة الرطوبة اللازمة لتوصيلها من معامل الذبول حتى السعة الحقلية المعتادة :

الطبقة آ = ١٥٫٢ - ٧ = ٨٫٢ ٪

الطبقة ب = ٢٠ - ١٠ = ١٠ ٪

الطبقة ج = ١٨ - ٥٫٥ = ١٢٫٥ ٪

∴ ع١ للمـاء = ع ٢ التربة × (نسبة الرطوبة / ١٠٠) × ث ظ

∴ عمق الماء الواجب اضافته للطبقة آ = ٥٠ × (٨٫٢ / ١٠٠) × ١٫١٥ = ٤٫٧٢ سم

∴ عمق الماء الواجب اضافته للطبقة ب = ٥٠ × (١٠ / ١٠٠) × ١٫٢٠ = ٦ سم

∴ عمق الماء الواجب اضافته للطبقة ج = ١٠٠ × (١٢٫٥ / ١٠٠) × ١٫٢٥ = ١٥٫٦٣ سم

∴ مجموع العمق الواجب اضافته من الماء في الطبقات الثلاث :

= ٤٫٧٢ + ٦ + ١٥٫٦٣ = ٢٦٫٣٥ سم

تمرين (٣) :

اذا كانت لديك المعلومات الآتية عن ارض ما :

المـكافىء الرطوبي = ٣٠٪ ، معامل الذبول = ٦٪ ، الكثافة الظـاهرية = ١٫٢ غ/سم٣ ، نسبة التبخر والنتح (Evapo-Transpiration ratio) = ٩٠٠ (معنى ذلك انه يلزم لانتـاج ١ كغ مادة جافة ٩٠٠ كغ ماء) .

كم عدد الريات التي يحتاجها حقل مساحته دونم واحد مزروع فصة إذا أريد أخذ ٨ حشات منه وتزن كل حشة حوالي ٢٥٠ كغ مادة جافة .

ما عمق كل رية حتى تعطي ماء كافيـــاً للمحصول ، اذا علمت أن جذور البرسيم تمتـــد لعمق ١٫٥ متر .

الحـــل :

نسبة المــاء اللازمة حتى ترفع الرطوبة للسعة الحقلية المعتادة : ٢٠ — ٦ = ١٤ ٪

$$\text{ع}_{\text{١}} = \text{ع}_{\text{٢}} \times \frac{\text{و}}{\text{١٠٠}} \times \text{ث ظ}$$

$$\text{عمق الماء اللازم لرية واحدة} = \text{١٫٥} \times \frac{\text{١٤}}{\text{١٠٠}} \times \text{١٫٢} = \text{٠٫٢٥٢ م}$$

∴ حجم الماء اللازم لرية واحدة للحقل = ٠٫٢٥٢ × ٠٠ = ٢٥٢م^{٣} .

∴ وزن الماء اللازم لـكل رية = ٢٥٢ × ١٠٠٠ = ٢٥٢٠٠٠ كغ .

وزن الـشات = ٨ × ٢٥٠ = ٢٠٠٠ كغ وزن القمة الجاف .

كمية الماء اللازمة لانتاج هذا المحصول = ٢٠٠٠ × ٩٠٠ = ١٨٠٠ ٠٠٠ كغ ماء .

$$\therefore \text{عدد الريات} = \frac{\text{١٨٠٠٠٠٠}}{\text{٢٥٢٠٠٠}} = \text{٧ ريات تقريباً.}$$

حركة الماء الارضي

يتحرك الماء خلال مسام التربة على صورتين سائل وبخار ، والعوامل المسؤولة عن حركة المـاء السائل هي نتيجة الجاذبية والخاصة الشعرية تحت تأثير الجذب السطحي كما ذكر سابقاً . أما العـــوامل المسؤولة عن حركة الماء وهو في صورة بخار فهي الاختلافات في الضغط البخاري ، إذ يكون اتجـــاه الحركة من اماكن الضغط البخاري المرتفع إلى أماكن الضغط البخاري الاقل ارتفاعاً .

أولاً ـ حركة الماء السائل :

يلاحظ في حركة الماء السائل ان هناك نوعان منه : الاول وهو حركة الماء عندما تكون الارض مشبعة بالماء ويطلق عليه الرشح . والثاني هو حركة الماء عندما تكون التربة غير مشبعة بالرطوبة .

١ ـ حركة الماء في الاراضي المشبعة (الرشح) ..

ويحدث هذا النوع من الحركة عندما يضاف الماء الى الارض سواء من المطـر أو بالري ، فانـه يخترق السطح ويحل محل الهواء ، فاذا زاد الماء عن ذلك فانه يتحرك الى اسفل تحت تأثير الجـــاذبية الارضية والخاصة الشعرية . وتستمر الحركة الى اسفل ما دامت هناك امـــدادات كافية من الرطـــوبة

ولم تعترضها عوائق ما كوجود طبقة صماء وما شابه ذلك ، ويطلق على حركة الماء الى أسفل عند ذلك حركة الماء في الصورة المشبعة أي أن جميع المسام تكون مملوءة بالماء وتتوقف كمية الماء التي تتحرك داخل القطاع على عدة عوامل منها :

١) كمية الماء المضافة .
٢) قدرة سطح التربة على الرشح .
٣) مجموع التوصيل الرطوبي للطبقات العميقة .
٤) كمية الماء التي تحتفظ بها التربة عند السعة الحقلية .

ويتدخل في العوامل الثلاثة الاخيرة كل من البناء وقوام الارض لكل طبقة في القطاع . فالاراضي الرملية ذات قدرة مرتفعة على الرشح ودرجات توصيل رطوبي مرتفعة ، كما أن قدرتها على مسك الماء منخفضة ، على عكس الاراضي الطينية ، الناعمة الحبيبات ، حيث أن سرعة الرشح منخفضة ، إذ أن حبيبات الغضار الغروية تنتفخ عندما تمتص الماء ولذلك تغلق المسام الدقيقة الموجودة بين الحبيبات فتعيق الرشح ، ولذلك كان من الضروري تشجيع البناء الجيد (التحبيب) بالمادة العضوية مثلا .

ويلاحظ في الاراضي الطينية أن رشح الماء فيها في بدء عملية الري يكون كبيراً ثم يتناقص فجأة، ويكون الامر اكثر وضوحاً إذا كان المحتوى الطيني من مجموعة المونتموريلونيت حيث تتشقق الارض عند الجفاف بشدة فيسيل الماء بسرعة خلال الشقوق في بدء الري وبعد ذلك تنتفخ حبيبات الطين وتضيق المسام فيبطؤ رشح الماء وتنخفض السرعة الى الحد الادنى . وفي الاراضي الطينية متدهورة البناء كالاراضي القلوية الصودية حيث يكون الطين متفرقاً تفقد الارض قدرتها على رشح الماء ولذلك تبدو مستقيمة المظهر إذا لم يتغير من بنائها وذلك بالتخلص من الصوديوم الزائد . كذلك يلاحظ أثناء تحضير الارض للزراعة ، أنه يصعب إجراء عملية الخدمة في الاراضي الطينية إلا بعد مرور وقت طويل على الرى أو المطر الغزير حيث تبقى الارض لزجة وغير مستحرثة فترة طويلة نظراً لبطء الرشح في مثل هذه الاراضي . وغالباً تعيق هذه الحالة الزراعة الصيفية المبكرة في الاراضي الطينية في المناطق عالية الامطار.

وتحرك الماء في الصورة المشبعة للتربة ، يمكن التعبير عنه بمعادلة رياضية تقيس كمية الماء التي تتحرك داخل التربة وهذه المعادلة :

$$ح = ق . ذ$$

حيث أن : ح = حجم الماء الراشح في تربة معينة .

ذ = معامل النفاذية أو معامل التوصيل المائي .

ق = القوة الدافعة (أو المحركة) للماء . وهذه القوة هي محصلة الجهد الكلي الناتج عن مجموعة العوامل الآتية :

١ — الجذب السطحي للماء ويتأثر بدرجة الحرارة وكمية ونوع الاملاح الذائبة فيه .

٢ — الجاذبية الارضية .

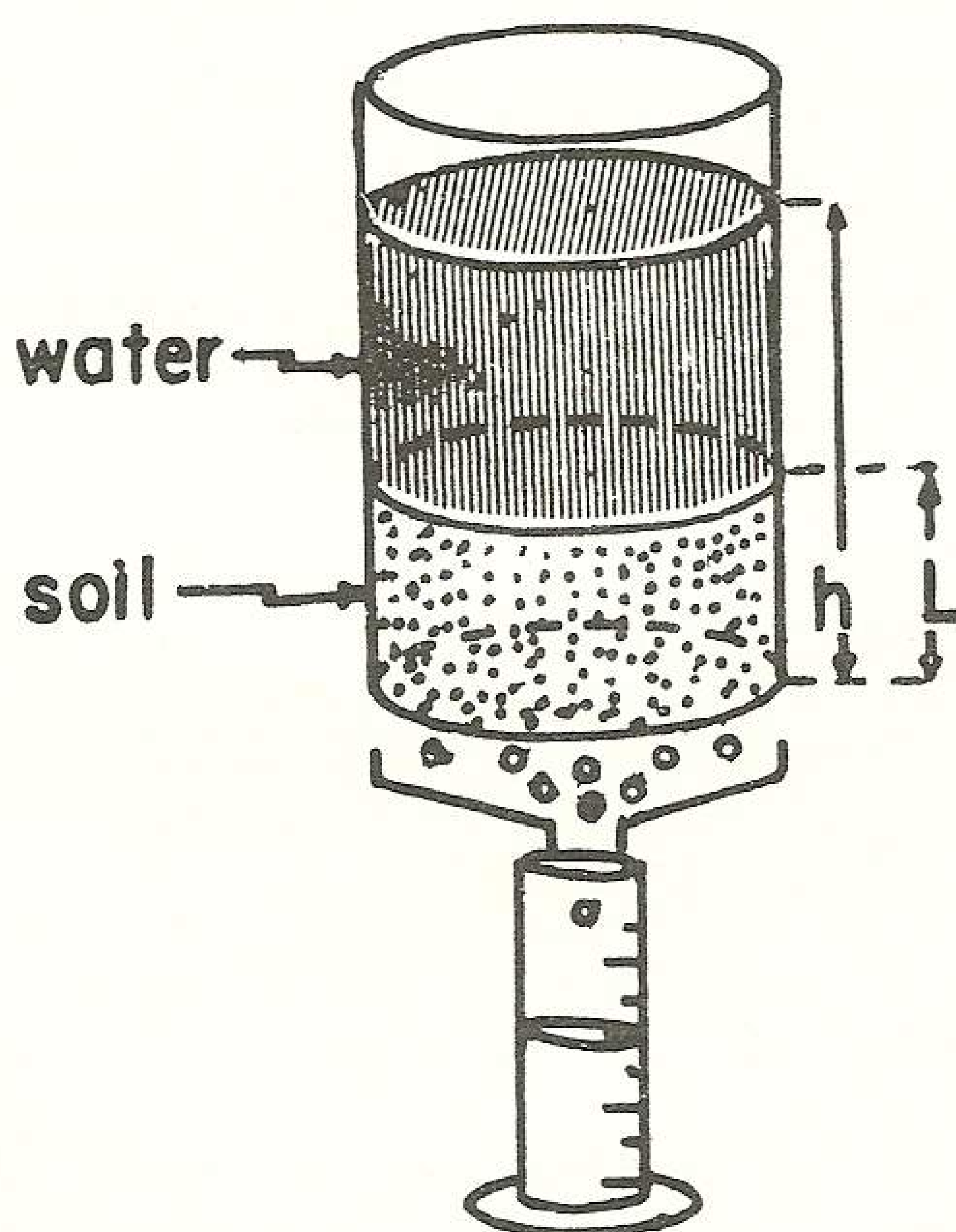
٣ — الضغط الهيدروستاتيكي الناشىء عن ظروف التشبع بالماء .

ويطلق اسم انحدار الشد على حركة الماء من مناطــق الشد المنخفض الى مناطق الشد المرتفع . ولقد وجد أن حركة الماء من المكان الرطب الى المكان الاقل رطوبة يكون شديداً وسريعاً في الارض الواحدة عندما تكون الرطوبة مرتفعة ، وعندما تنقص الرطوبة فان حركة المـاء من المكان الرطب الى الاقل الرطوبة يبدو أقل وضوحاً وتكون كمية الماء المتحركة قليلة .

أما معامل النفــاذية Coeficient of Permeability ويطلق عليه احياناً اسم التوصيل المــائي Hydraulic Conductivity فيعرف بأنه عبارة عن معدل مرور الماء خلال منطقة مسامية من التربة مساحتها وحدة المساحات متأثرة بوحدة الضغط في وحدة الزمن عند درجة ٦٠ فهرنهيت أو ١٥٫٥م° .

وتقاس النفاذية مخبرياً بواسطة أجهزة خاصة تسمى Permeameter . ويمكن توضيح مفهوم النفاذية بالاستعانة بالشكل (٢٣) . وفيه يقاس تدفق الماء بواسطة العلاقة :

$$Q \propto \frac{A t h}{L}$$



شكل (٢٣) رسم تخطيطي لجهاز قياس النفاذية

حيث Q ـ تدفق الماء ، سم^3 .

h ـ ارتفاع الماء ، سم .

L ـ طول عمود التربة ، سم .

t ـ الزمن ، ثا .

A ـ مساحة المقطع ، سم^2 .

ولقد وجد أن معادلة التدفق هذه يمكن أن تتحول الى مساواة وذلك عند استعمال عامل يطلق عليه اسم معامل النفاذية K . وتصبح العلاقة السابقة بما يدعى معادلة دارسي Darcy's law وهي كالتالي:

$$Q = \frac{K \cdot A \cdot t \cdot h}{L}$$

وتقدر K بوحدات سم/ثا وهو ما يوافق وحدات السرعة ، وواضح من المعادلة أن كمية الماء الراشحة تتناسب طرداً مع سطح التربة والتوصيل المائي والفرق في الارتفاع الهيدروليكي كما تتناسب عكساً مع سمك التربة .

وتتأثر النفاذية بعدة عوامل منها : التركيب الكيماوي للجزء المعدني من التربة ، والتركيب الكيماوي للتربة ، وأيضاً اختلاف البناء الأرضي وكذلك قوام الارض ، وسمك الاغشية المائية حول حبيبات التربة، ونشاط البكتريا ، ووجود الهواء ، وتأثير وجود الهواء المحبوس في التربة . ففي ظروف تشبع الارض بالماء يكون جذب التربة للماء منخفض جداً ولذلك يزداد التوصيل المائي ويصبح مرتبط فقط بحجم المسام . فالتوصيل المائي للاراضي الرملية عند ظروف التشبع أعلى من التوصيل المائي للاراضي الطينية .

وقبل الانتهاء من هذه الفقرة لا بد من الاشارة الى أن الكلام السابق ينطبق على الاراضي المتجانسة في قوامها وبنائها . وفي ظروف الحقل فالغالب أن تكون الارض مكونة من طبقات تتفاوت في تركيبها الفيزيائي ، فوجود طبقات صماء من الطين غير المنفذ ، أو الطمي ، أو طبقات من الرمل رقيقة فجميعها تعمل على اعاقة رشح الماء الى أسفل ، أي أن تغيير البناء الطبقي في التربة يعطل من سرعة التوصيل المائي .

٢ ـ حركة الماء في الاراضي غير المشبعة بالماء :

وهذا النوع الثاني من حركة الماء السائل ويبدأ عندما تكون الرطوبة في الارض أقل من السعة الحقلية المعتادة . وأساس حركة هذا النوع من الماء هو الخاصة الشعرية .

وليس من الضروري أن تكون الحركة وفق الخاصة الشعرية من أسفل الى أعلى ، ولكن الماء يمكن أن يتحرك في جميع الاتجاهات إذ يتحرك الماء من المناطق ذات الشد المنخفض (أي عالية

الرطوبة) الى المناطق ذات الشد المرتفع (أي منخفضة الرطوبة) ، ويلاحظ أن اتجاه الحركة الثاني يكون عبارة عن محصلة جميع القوى التي يتأثر بها الماء فقد يكون الى أسفل أو الى أعلى أو جانبياً . والحقيقة فانه من النادر الوصول الى التوازن الشمري في الأراضي نظراً لما لها من طبيعة ديناميكية متغيرة. إذ أن امتصاص النباتات للماء من مناطق محددة حول جذورها ، وكذلك تبخر الماء من سطح الارض خصوصاً في المناطق الجافة الحارة ، كل ذلك يؤثر في عدم الحصول على التوازن الشمري في التربة .

ثانياً – حركة الماء في التربة بصورة بخار :

يتحرك الماء على صورة بخار في الارض ، في صورتين : داخلي ، أي ان الانتقال يتم من مكان لآخر داخل التربة . وخارجي وفيه يكون الانتقال إما من الجو الى التربة أو العكس .

ويلاحظ أن انتقال البخار داخل التربة ينشأ عموماً من الاختلاف في ضغط البخار ، إذ ينتقل البخار من المكان ذات الضغط العالي الى المكان ذات الضغط المنخفض فاذا كانت الرطوبة في التربة في حدود المعامل الايجروسكوبي لها أو أعلى من ذلك ، فان الرطوبة النسبية في الهواء الارضي تكون ١٠٠٪ تقريباً ، فاذا تغيرت درجة حرارة التربة على الأعماق المختلفة ، فان بخار الماء يتحرك تبعاً لذلك ، ويكون اتجاه الحركة من المكان الدافيء الى المكان البارد .

فاذا سخن سطح التربة ، وهذا يحدث عندما يكون الجو حاراً ، وتبع ذلك موجة من البرد ، فان السطح يبرد سريعاً . وتكون النتيجة أن كمية من بخار الماء تتحرك من الطبقة السفلى التي ما زالت ساخنة الى الطبقة العليا ويتكاثف فيها ، كما أن بعض الماء قد يتكاثف على سطح التربة في الهواء الجوي الحار ذات الرطوبة العالية .

أما الفقد في بخار الماء من الاراضي فيتم عن طريقين :

١ – تبخر الماء من سطح الارض مباشرة .

٢ – النتح من سطوح الاوراق .

ومجموع الفاقد من هاتين العمليتين يسمى Evapo-transpiration وهو يشكل الجزء المهم والاكبر من الماء الفاقد من الارض تحت الظروف الطبيعية . وفي أراضي المناطق الجافة ، يتسبب هذان العاملان في فقد ٧٥ – ١٠٠ سم من الماء خلال موسم النمو .

ومن الضروري المحافظة على المحتوى الرطوبي للارض ، وذلك بتقليل الفاقد منه عن طريق التبخر من سطح الارض ، وذلك لاتاحة الفرصة للنبات المزروع الاستفادة من الرطوبة المحدودة المتوفرة في التربة خصوصاً في الزراعات البعلية . ويستعمل لهذا الغرض أغطية خاصة تسمى Mulches ، والغرض الرئيسي منها هو منع فقدان الماء بالتبخر ، أو الحد من نمو الحشائش . وهذه الأغطية قد تكون مواد غريبة

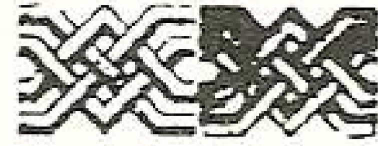
عن الارض مثل نشارة الخشب أو الأسمدة العضوية أو القش أو أوراق الاشجار أو غيرهـا . وبالرغم من أن هذه الأغطية ذات كفاية عالية في الحد من التبخر وفي منع نمو الحشائش إلا أنها لا تستعمل في حالة محاصيل الحقل بل في حالة أشجار الفاكهة ، نظراً لعمليات الخدمة المستمرة التي تحتاج اليها محاصيل الحقل . وتستعمل أحياناً أغطية خاصة من الورق أو البلاستيك ، حيث تنشر بين صفوف النباتات أو فوق النباتات ، وفي هـــذه الحالة تنمو النباتات خــلال فتحات مناسبة في الأغطية . ولقد استعملت هذه الطريقة بنجاح في زراعة الأناناس ، إلا أن استعمالها في حالة المحاصيل فغير عملي نظراً للتكاليف العالية عند استخدامها .

كما تستعمل نفايات المحصول السابق في الأرض كأحد مـــواد التغطية مثل الشوفان وقش الذرة وعيدانها . ويستخدم في ذلك آلات خدمة خاصة تحضر مهد البذرة الملائم دون اتلاف المواد المتبقية على السطح والتي ستقوم بدور الغطاء للارض .

ويعمل البعض على تقليل الفاقد من الماء بالتبخر بتفكيك سطح التربة وذلك بعزقها لعمق ٣ بوصة مثلا ، حيث أن ذلك يضعف من حركة توصيل الماء وذلك بتقليل نقط التلامس بين السطح وبـــين حبيبات الطبقة السفلى فتضعف حركة المـــاء الى أعلى ، وبالتالي يقل ضياع الماء بالتبخر من السطح . ويعترض البعض على هذه العملية بأنه ليس من الضروري ان يعمل تفكيك سطح التربة على حفظ الرطوبة، بل بالعكس قد يشجع هذا فقدان الرطوبة في بعض الحالات . ويرجعون السبب في ذلك الى ان كميـة كبيرة من الرطوبة تفقد عادة بالتبخر قبل أن تجف التربة الى درجة تسمح باجراء عملية الخدمة فيهـا . كما أن اجراء عملية الخدمة (العزيق) ستؤدي الى تلف كمية من الجذور الكثيفة نسبياً ، والمنتشرة في حيز كبير والتي قد تعترض طريق الرطوبة المتحركة الى أعلى ، ويذكرون ان المغالاة في عمليـات الخدمة سترفع من التكاليف كما أن التلف الذي سيصيب الجـــذور كل ذلك يجعل الفقد في الماء أقل خطراً . ويضيفون الى ذلك ، أن في كثير من الحـالات ، نتيجة لفقد الماء من سطح الارض تنشأ طبقة سطحية رقيقة واقية قد تفيد بحد ذاتها في تقليل التبخر ، وان عمليات الخدمة ستحطم هذه الطبقة . والنبـات ككائن حي يتأقلم مع الظروف المحيطة به ، ففي مناطق الزراعة البعلية تمتد جذور النبات الى الاعماق باحثة عن الرطوبة كما يزداد تفرعها ، وهذا المجموع الجذري الكبير يعيق من صعود المـاء الى أعلى حيث تحتجزه الجذور المنتشرة .

ويقترح البعض اجراء عملية التبوير الصيفي للمحافظة على الرطوبة للعام التالي ، حيث يـترك جزء من الارض بدون زراعة والهدف منه خزن الرطوبة من العام الحالي الى العام التالي . وتختلف أهميــة هذا الاقتراح كثيراً تبعاً لكمية الامطـــار . وتشير الدراسات المطبقة في المناطق الرطبة أن تأثير التبوير

عديم الأهمية ، أما في المناطق نصف الجافة فهو لا يزال مثار نقاش وجدل . إذ أدت عملية التبوير الى زيادة المحصول في العام التالي . ولكن الاستفسار القائم هل الزيادة الناشئة من تبوير الارض سنة كاملة تغطي اقتصادياً الدخل الناتج من زراعتها سنوياً أم أقل من ذلك . ويبقى هذا الاستفسار قائماً حتى تجرى دراسة تجريبية على ذلك تدعم بدراسة اقتصادية ، وعلى العموم من الضروري التوصية بوجوب عدم ترك الحشائش تنمو في الارض أثناء فترة التبوير .



الفصل التاسع

الهواء الارضي

علمنا مما سبق أن أهم محتويات التربة الجزء الغازي منها وهو ما يسمى بالهـواء الأرضي وهو اما ان يوجد في التربة على حالة غازية حرة أو ذائباً في الماء الارضي .

ويتركب الهواء الارضي من نفس الغازات التي يتركب منها الهواء الجوي تقريباً ، ولكن يختلف عنه باحتوائه على نسب أعلى من ثاني اكسيد الكربون ، ونسب أقل من الاوكسجين ، وانه مشبع ببخار الماء إلا في الاراضي الجافة .

وتتسبب هذه الاختلافات نتيجة لعاملين :

١ ـ بطء تحرك الهواء الارضي في المسافات البينية مما يمنع الاتصال الحر بينه وبين الهواءالجوي.

٢ ـ وجود الأغشية المائية المغلفة للحبيبات في حالة اتصال دائم به في الـــتربة ، فنتيجة لبطء تحركه في التربة وعدم اتصاله الحر السريـع بالهواء الجوي ، مع وجود عمليات حيوية دائمة في التربة مثل تنفس الجذور والاحياء الارضية نجد أن نسبة ثاني اكسيد الكربون تزداد دائماً عنها في الهواء على حساب نقص الاوكسجين . وفي حالات كثيرة ، عندما لا يكون مقـدار ثاني اكسيد الكربون الناتج كثيراً ، تكون الزيادة فيه مصحوبة بنقص في الاوكسجين فقط . ونرى في الجدول رقم (١٣) مقـارنة بـين الهواء الجوي والهواء الارضي .

ويمكن القول أن نسب غازي الاوكسجين وثاني اكسيد الكربون غير ثابتة ، بل تختلف تبعـــاً لاختلاف كمية المواد العضوية في الارض ، وتبعاً لنشاط البكتريا في أكسدة هذه المـواد . هذا ويحتوي الهواء الارضي على عدة غازات أخرى تنتج من التفاعلات الكيماوية والحيوية الدائرة في التربة ، ففي اثناء تحول الآزوت الجوي بواسطة بكتريا التأزت ينفرد بعض النشادر في التربة . كما ان بعـــض التفاعلات الكيماويه التي تحصل في التربة تحت ظروف التهوية الرديئة ينتج عنها انفراد غاز الميثان أو غاز كبريتيد الايدروجين .

جـدول (١٣)

تركيب الهواء الجوي والهواء الارضي في أرضين طينية ورملية مسمدة

نوع الهواء	اوكسجين	آزوت	ثاني اكسيد الكربون
هواء جوي	٢٠،٩٩٣٪	٧٩،٠٠٤٪	٠،٠٣٪
هواء أرضي (أرض طينية)	١٩،٩٩٪	٧٩،١٣٥٪	٠،٦٦٪
هواء أرضي (أرض رملية بعد عشرة ايام من تسميدها وسقوط المطر لمدة ٣ ايام)	١٠،٣٥٪	٧٩،٩١٪	٩،٧٤٪

ويلاحظ أن نشاط البكتريا والاحياء الارضية يتوقف الى حـد كبير على كميـة المادة العضوية الموجودة في التربة . ولذلك نجد أن نسبة ثاني اكسيد الكربون تزيد في الارض الغنية بالمادة العضوية ، خصوصاً ما كان منها في طريق التحلل .

ويبدو أن الهواء الارضي نوعان : الأول وهو الهواء الذي يشغل المسافات البينية بين الحبيبات والتي يشغلها الماء عادة ، وهذا الهواء حر الحركة الى حـد كبير في المسافات البينية ويكون مشبعاً ببخار الماء كما يحتوي على نسبة مرتفعة من الاوكسجين . فاذا ما سحب هـذا الهواء من التربة بخلخلة الضغط الواقع عليها خرج النوع الثاني من الهواء ، وهو ما كان ذائباً في ماء التربة أو موجوداً داخل الحبيبات المركبة . ويمتاز هذا النوع باحتوائه على نسبة أعلى من ثاني اكسيد الكربون من النوع الاول . ويبـدو أن هذين النوعين يتحول احدهما للآخر بنسب مختلفة .

العوامل التي تؤثر في تركيب الهواء الارضي :

يتأثر تركيب الهواء الارضي بدرجة كبيرة بحجم الفراغ المسامي وكذلك مقدار التبادل الغـازي ، وسرعة التفاعلات البيولوجية في الأرض . ففي الاراضي الندقة وسيئة الصرف يكون الفراغ المسامي مملوءاً بالماء وبذلك تكون كمية الاكسجين المتوفرة للنباتات قليلة جداً . ولقد وجـد أنه عندما تنخفض نسبة الفراغ المسامي المشغول بالهواء الى حوالي ١٠ ٪ من الحجم الكلي للتربة فان تجديد الهواء يصبـح بطيئاً جداً وتتأثر المحاصيل المزروعة بدرجة كبيرة . ويمكن أن تجمل العوامل التي تؤثر في تركيب الهواء الارضي بالتالي :

١ ـ استغلال الارض : عند استغلال الارض مع اضافة الاسمدة العضوية اليها فان النشاط الحيوي يزداد ، حيث يستهلك الاكسجين بكمية كبيرة وينطلق غاز ثاني اكسيد الفحم . إذ تتنفس جذور النباتات،

كما تنشط الكائنات الدقيقة في تحليل المادة العضوية المضافة . وفي العادة يشير مقـــدار غاز الفحم في التربة الى مقدار النشاط الحيوي فيها ..

ومن الضرورة الاشارة الى أن نشاط الاحياء الدقيقة يرتبط ارتباطاً مباشراً بوجود الرطوبـــة والحرارة بدرجة مناسبة . ففـــي الحرارة المنخفضة يكون النشاط الحيوي منخفض جداً وبالتـالي يقف اطلاق غاز الفحم ، وكذلك في الاراضي الجافة .

٢ ـ عمق الارض : من المتوقع أنه كلما تعمقنا في التربة أن تزداد نسبة غاز الفحم وتقـل كمية الاكسجين في الهواء الارضي . ويرجع ذلك الى قلة الفراغ المسامي وكذلك الى صغر حجم المسام ، كما يرجع الى بطء التبادل الغازي عن طريق الانتشار .

ولقد وجد أن قوام الارض يؤثر في تركيب الهواء الارضي ، ففي الاراضي ثقيلة القوام يكون ازدياد غاز الفحم وتناقص الاكسجين كبيرين كلما تعمقنا في التربة ، وعلى العكس يكون معدل الازدياد والتناقص صغيرين في الاراضي الطميية والرملية .

٣ ـ فصول السنة : يتأثر تركيب الهواء الارضي أيضاً بتغير فصول السنة . فلقد وجد أن نسبة الاكسجين تكون مرتفعة صيفاً ومنخفضة شتاء ، وعلى عكس ذلك تكون نسبة غاز الفحم . ويمكن أن يعزى ذلك الى تأثير الرطوبة الملائمة ، إذ عندما تكون الارض جافة يتوقف نشاط الاحيـاء الدقيقة والاحياء الاخرى وبذلك يقل استهلاك الاكسجين وطرح غاز الفحم وهذه صفة الاراضي غير المنزرعة في المناطق الجافة صيفاً، أما في الاراضي المنزرعة فان الرطوبة الملائمة تشجع نشاط الاحياء في التربة ويتأثر ذلك بدرجة الحرارة ، ولذلك يكون نشاط الاحياء الدقيقة صيفاً مرتفعاً ولذلك فالمفروض أن تكون كمية غاز الفحم في الهواء الارضي عالية ، إلا أن سرعة التبادل الغازي صيفاً وكذلك قلة ذوبان غاز الفحم في الماء في الحرارة المرتفعة صيفاً يجعل الفرصة مهيئة بدرجة أكبر الى انتشاره للجو مباشرة .

مقدار الهواء الارضي :

تختلف نسبة الهواء في الارض على حسب الظروف . فيبلغ الهواء اكبر نسبة له متى كانت الارض جافة تماماً ، وفي هذه الحالة تبلغ نسبة الهواء نسبة الفراغ الجوفي . وتنعدم نسبة الهواء تقريباً متى تشبعت الارض بالماء أي إذا زاد الماء طرد الهواء ، وإذا قل الماء عاد الهواء وهذا مايسمى بالميزان المائي الهوائي في التربة Air-water balance .

ويقدر الهواء في التربة بمعرفة الفرق بين المسافات البينية للتربة حجماً وبين مقدار الرطوبة الكلية حجماً فيها .

أي أن نسبة حجم الهواء = ٪ نسبة الفراغ الكلي حجماً ـ ٪ نسبة الماء حجماً .

= ٪ نسبة الفراغ الكلي حجماً ـ ٪ نسبة الماء وزناً × ث ظ

وواضح من هذه المعادلة أن العوامل التي تؤدي الى زيادة الفراغ المسامي الكلي في التربة تؤدي بالتالي الى زيادة السعة الهوائية للارض ، فقوام الأرض وبناؤها وكذلك عمليات الخدمة والاحياء كلها تؤثر بالسعة الهوائية للارض .

التهوية Aeration :

التهوية هي عملية تجديد الهواء بالتربة ويجب أن تعمل كلما تيسر ذلك . وتعتبر الارض جيدة التهوية إذا توفرت فيها الغازات اللازمة للكائنات النامية بكميات كافية وبنسب متوافقة . ولكي تعتبر التهوية جيدة يجب أن يتوفر في الأرض صفتين : حيز كاف يحتوي على ماء ، وفرصة كافية للغازات اللازمة أن تتحرك بحرية داخل الأرض . وتعتبر العلاقات المائية من أهم الموضوعات ذات العلاقة بتهوية الأرض .

وتحدث التهوية في الأرض نتيجة لعديد من العوامل يمكن إجمالها بمجموعتين :

أولاً ـ تهوية نتيجة لعمليات خاصة في خدمة الأرض .

ثانياً ـ تهوية نتيجة العوامل الطبيعية .

أولاً ـ أما المجموعة الأولى الخاصة بعمليات خدمة الارض فأهمها : ما يتعلق بالري والجفاف ، وكذلك العمليات التي تغير نظام التزاحم الى نظام التفكك .

فعند ري الأرض وتشربها للماء ، ينطرد مقدار كبير من الهواء منها وينطلق إلى الجو ، ويحل ماء الري محله في المسافات البينية . وعندما يفقد ماء الري بالتبخر أو بامتصاص الجذور له أو برشحه الى الأعماق ، يحل محله هواء جديد من الجو .

أما تغيير نظام الحبيبات فيتم بعمليات إثارة الأرض كالحرث والعزيق وكلها تحول نظام التزاحم في التربة الى نظام التفكك ، وبذلك تزداد المسافات البينية اتساعاً فيدخل فيها الهواء كما أن هذه العمليات تساعد على اسراع التبخر من التربة ، فيحل محل الماء المفقود هواء جديد في مسافات التربة البينية ، كما أنها تسمح بوصول الهواء الى العمق الذي يصل اليه سلاح المحراث .

هذا ويعتبر تشجيع التحبيب في الأرض من وسائل الخدمة التي تؤدي الى تحسين التهوية .

ثانياً ـ أما العمليات التي تنتج عن الخواص الطبيعية للارض كالتشقق أو عن خواص الغازات كالانتشار الغازي ، أو عن عوامل الجو كالرياح وتغير الحرارة والضغط الجوي ، فيمكن شرحها بالتالي :

١ ـ التشقق والثقوب التي تحصل في التربة تسمح بسرعة مرور الهواء فيها الى الاعماق الداخلية فيها .

٢ لكل الغازات خاصة تسمى خاصة انتشار الغازات Diffusion of gases وبها تنتشر الغـازات من الجهة التي يكون الضغط الجزئي Partial pressure فيها عالياً الى الجهة التي يكون الضغط الجزئي فيها صغيراً .

وتعتبر خاصة الانتشار هذه أهم العمليات الطبيعية التي تتم بها تهوية الأرض بصورة مستمرة . فمن تحليل هواء الأرض وهواء الجو ، ثبت أن نسبة الاكسجين في الأول أقل من نسبته في الثاني ، بينما تكون نسبة غاز الفحم اكبر في الأول منه في الأخير . وعلى ذلك ينتشر الاوكسجين من الهواء الجوي الى الهواء الأرضي ، كما ينتقل غاز الفحم من التربة الى الجو . وتستمر دائرة الانتشار الغازي بدخـول الأكسجين الى الارض وخروج غاز الفحم منها طالما أن عمليات الأكسدة والتنفس مستمرة في التربة .

ولقد قدر بكنجهام Buckingham الانتشار الغازي في التربة وحسبه وفقاً المعادلة :

ثابت الانتشار الغازي × ١٠^٤ = ٢٦٤٢ × مربع الفراغ الجوفي في ١ سم^٣

حيث يشير ثابت الانتشار Diffusion constant الى مقدار الغاز الذي يمر في الثانية الواحدة خلال طبقة سمكها سنتيمتراً واحداً من مساحة قدرها سنتيمتراً مربعاً واحداً

فاستناداً الى العلاقة السابقة ، يمكن حساب سرعة الانتشار الغازي الذي يحصل من متر مربع من سطح ارض ، فراغها الجوفي ٤٠٪ في يوم واحد لنتج المقدار الآتي :

$$\frac{٢٦٤٢ \times ٤٠^{٢}}{١٠^{٤} \times ١٠٠^{٢}} \times \frac{٦٠ \times ٦٠ \times ٢٤ \times ١٠٠^{٢}}{١٠٠٠} = ٣٣٩٧ \text{ لتراً}$$

أي أن المتر المربع من هذه الأرض يسمح بخروج نحو ٣٤ ليتراً في اليوم غاز الفحم الى الهواء الجوي ، كما يسمح بدخول نفس الحجم من الاكسجين الى التربة . وهذه مقادير كبيرة في الواقع ، تبين لي أي مدى تؤثر هذه الخاصة في تهوية الأرض .

ومن الضروري الاشارة الى ان الفراغ المسامي يقصد به الفراغ غير المشغول بالماء . وبالرغم من ن الارض الطينية ذات فراغ كلي أعلى مما هو في الارض الرملية ، إلا أن صغر حجم المسام من جهة كذلك زيادة قدرة الارض الطينية على الاحتفاظ بالماء . من جهة ثانية يحدان من عملية الانتشار الغازي ت ظروف الحقل الطبيعية .

٣ ـ الرياح : عندما تصطدم الرياح بالنتوءات الموجودة على سطح الارض تزيد الضغط على الناحية واجهة لهبوب الرياح ، كما تخلخله في الجهة المقابلة ، وبذلك يسري تيار بطيء في داخل مسام هـذه نتوءات من جهة الضغط العالي الى الضغط الواطي .

أما في حالة التربة مستوية السطح ، فعند مرور الرياح عليها فانها تخلخل الهواء في مسافات السطح

البينية وتسحب معها جزء من هواء التربة ، وعند وقوف الرياح يعود هواء آخر ليعادل الضغط في هذه المسافات البينية .

٤ ـ تغير درجة حرارة هواء التربة : من المعروف ان درجة حرارة التربة تتغير يومياً تبعـــاً لساعات النهار فتصل الى نهايتها العظمى على السطح عند الساعة الثانية بعد الظهر تقريباً وتصل نهايتهـا الصغرى عند الفجر . ويكون الفرق بين الليل والنهار كبيراً خصوصاً في المناطق ذات المناخ القاري .

هذا التغيير في درجة الحرارة وما يتبعه من تمدد الهواء ثم انكماشه يدعو الى حركة مستمرة فيه فاذا زادت الحرارة تمدد وقلت كثافته وخرج من الارض ، وعند انخفاض الحرارة ينكمش فيثقل ويعود اليها فاذا حسبنا ان معامل تمدد الغازات ١/٢٧٣ من حجمها لكل درجة حرارة مئوية ، على ذلك فمقدار الهواء الموجود في التربة في طبقة سمكها ١٠ سم ومساحتها متراً مربعاً ، إذا كانت نسبة المسافات البينية لها ٤٠٪ تساوي :

$$\frac{١٠ \times ١٠٠^{٢}}{١٠٠٠} \times \frac{٤٠}{١٠٠} = ٤٠ \text{ لتراً}$$

فاذا ارتفعت حرارة هذا الهواء بمقدار درجة واحدة ، كان مقدار ما يتطرد منه خارج المسافات البينية نتيجة للتمدد يساوي ٤٠/٢٧٣ أي ٠،١٤٦ ليتراً . فاذا كان الارتفاع ٢٠°م وهو ارتفاع عادي خصوصاً في الطبقات السطحية للتربة كان مقدار الهواء المطرود بسبب التمدد ٠،١٤٦ × ٢٠ = ٢،٩٢ ليتراً .

الفصل العاشر

حرارة الارض

SOIL TEMPERATURE

درجة حرارة التربة ذات تأثير هام في سير التفاعلات الكيماوية ونشاط العمليات الحيوية ، فعند درجات الحرارة غير المناسبة تقل سرعة التفاعلات الكيماوية كما قد تتوقف عمليات الانبات والنمو .

ودرجات الحرارة المناسبة للنمو تختلف باختلاف النباتات وهي تتراوح عموماً مابين ٢٤°م – ٤٣°م. واهم مصدر حرارة للتربة هو الشمس وتقدر بمقدار ١٫٩٢ كالوري (حريرة) في الدقيقة لكل ١ سم٢ وهذه تساوي مليون حريرة لكل متر مربع واحد في الساعة الواحدة . وقد وجد Sir S. Russell أن ٠٫٥ ٪ من هذه الطاقة تستعمل بواسطة نباتات المحاصيل .

وتصل حرارة الشمس الى التربة على هيئة موجات حرارية مختلفة الاطوال واكثرها حملا للحرارة الموجات الطويلة . وتختلف درجة قابلية هذه الاشعة المرور في طبقات الجو ، فالاشعة الطويلة مثل الاشعة تحت الحمراء اسهل من الاشعة القصيرة فوق البنفسجية ، وان الاشعة المرتدة أو المنعكسة من سطح الارض تحتوي على الاشعة ذات الموجات الطويلة ، وقد تحبس هذه الاشعة في حالة وجود السحب فلا تمر خلالها الى طبقات الجو عالياً .

ويحسن قبل أن نتناول العوامل التي تؤثر في درجة حرارة التربة ، أن نلم بخواص التربة الحرارية الثابتة ، وهي : الحرارة النوعية ، وحرارة الابتلال ، والتوصيل الحراري .

أولاً – الحرارة النوعية للتربة Specific heat of soil :

تعرف الحرارة النوعية للمادة بانها مقدار الحرارة اللازمة لرفع حرارة غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة مقدرة بالسعرات (الحريرات) والسعر (الحريرة) هو مقدار الحرارة اللازم لرفع درجة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة .

ولا تختلف الحرارة النوعية للتربة كثيراً بين الاراضي بعضها وبعض ويعتبر مقدار ٠،١٩٣ و ٠،٢٥٣ حريرة ، هما الحدان اللذان لا تخرج عنهما الحرارة النوعية لمعظم الاراضي ، وتتأثر الحرارة النـوعية بزيادة نسب المادة العضوية بها ، إذ أن الحرارة النوعية لهذه المواد العضوية عالية نوعاً ، فوجودها بنسب كبيرة في التربة يرفع من الحرارة النوعية لها .

وتلعب الحرارة النوعية للارض دوراً هاماً في درجة الحرارة للارض وهي بحالتها في الحقل ، إذ كلما صغرت الحرارة النوعية كلما زاد ارتفاع درجة حرارة الارض نتيجة لامتصاصها للحرارة من الشمس أو مصدر آخر . فلو فرضنا أن الشمس كانت تعطي للارض ١٠٠٠ حريرة في زمن معين ، فمقـدار الارتفاع الذي يحصل في درجة حرارة التربة يتوقف على حـرارتها النوعية ، فاذا كانت الحرارة النوعية لهذه التربة ٠،٢٠ حريرة مثلاً ، ارتفعت حرارة الكيلو غرام منها بمقـدار $\frac{١٠٠٠}{١٠٠٠ \times ٠،٢٠}$ درجة ، أي ٥ درجات ، بينما اذا كانت حرارتها النوعية ٠،٢٤ حريرة كان مقـدار ارتفاع حرارة الكيلو غرام الواحد منها $\frac{١٠٠٠}{١٠٠٠ \times ٠،٢٤}$ أي ٤،٢ درجة تقريباً .

اي ان الاراضي ذات الحرارة النوعية الصغيرة ترتفع درجة حرارتها اكـثر من الاراضي ذات الحرارة النوعية الكبـيرة إذا أعطي لكل منها مقدار واحد من الحرارة ، لذلك ونظراً لانخفاض قيمة الحرارة النوعية للاراضي الرملية تعتبر هذه الاراضي اراضي دافئة وتبعاً لدفئهـا تعمل على سرعة نضج المحاصيل النامية فيها .

كل هذا باعتبار ان الارض جافة ، خالية من كل رطوبة ، أما إذا احتوت على أي مقدار منها ، أثر ذلك على الحرارة النوعية ورفع قيمتها ، نظراً لكبر الحرارة النوعية للماء الموجود بالارض المبتلة .

ويمكن تقدير الحرارة النوعية الارض المبتلة حسابياً ، إذا علم مقدار الرطوبة بها فاذا كان بالارض ٢٥٪ رطوبة وكانت الحرارة النوعية للتربة الجافة ٠،٢ حريرة ، تحسب الحرارة النوعية للارض المبتـلة على الاساس التالي :

$$٠،٩٨ \times ٠،٢ + ٠،٢ \times ١ = ٠،٣٦ \text{ حريرة}$$

باعتبار أن الحرارة النوعية للماء = ١

وكلما زادت الرطوبة في الارض ، زادت حرارتها النوعية بطبيعة الحال ، والعكس بالعكس .

وهذا يفسر عدم ارتفاع حرارة الارض المبتلة بمقدار ارتفاع حرارة الارض الجافة بفرض منع لتبخر من الاولى ، حيث يعمل التبخر على خفض درجة الحرارة .

ثانيا ـ حرارة ابتلال التربة Heat of wetting :

ترتفع حرارة الارض الجافة ارتفاعاً ملحوظاً عند ابتلالها بالماء ويعتقد ان هذا الارتفاع في الحرارة يتعلق بالسطح الداخلي للارض ، فمن المعلوم ان طرد المـــاء الايجروسكوبي من التربة يحتاج الى مجهود حراري ، فمن الطبيعي ان ينفرد مقدار من الحرارة عند ترسيب هذا المـــاء مرة اخرى على الحبيبات . ويشبه ذلك تبخير الماء الذي يحتاج لحرارة ليتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية ، وإذا عاد ورسب البخار أعطى حرارة مساوية لما احتاجه لـكي يتبخر .

ويتوقف مقدار حرارة الابتلال على هيجروسكوبية المـــواد المضوية من ناحية ، ومن ناحية أهم يتوقف على مساحة السطح الداخلي للارض وهذا يعتمد على مقـدار الغرويات الموجودة بها ، ويمكن استعمال طريقة تقدير حرارة الابتلال كحكم على مقدار الغرويات في التربة وهناك علاقة بين مساحة السطح الداخلي وحرارة الابتـلال هي :

(السطح النوعي بالسم^{٢} = حرارة الابتلال بالحريرة لغرام × ٣٦٦ × ١٠)

ثالثاً ـ التوصيل الحراري للارض Heat conductivity of Soil :

كل الاجسام والغازات والسوائل توصل الحرارة بمقادير تختلف لعوامل خمسة :

١ ـ مقطع الجسم الذي تسري فيه الحرارة، فكلما زاد القطع زاد مقدار التوصيل، أي أن مقدار الحرارة الساري يتناسب طردياً مع القطع .

٢ ـ فرق الجهد الحراري بين المكانين في الجسم السارية فيه الحرارة ، فاذا زاد فرق طرف عن الطرف الآخر زاد مقدار الحرارة الساري ، اي انه يتناسب طردياً مع فرق حرارة الطرفين .

٣ ـ يزداد مقدار الحرارة في الجسم تبعاً لزيادة زمن التوصيل ويتناسب طردياً معه .

٤ ـ كلما طالت المسافة السارية فيها الحرارة كلما قلت الحرارة المارة في الجسم ، أي ان مقـــدار الحرارة الساري يتناسب عكسياً مع طول مسافة التوصيل .

٥ ـ يتوقف التوصيل الحراري على خاصة توصيـــل الجسم نفسه للحرارة ، إذ تختلف الاجسام والمواد في مقادير توصيلها للحرارة إذا وجدت فيها ظروف التوصيل السابقة .

ويقاس التوصيل الحراري بالحريرات . ويعرف معامل التوصيل بأنه مقدار الحرارة الذي يمر في وحدة الزمن من مقطع مساحته وحدة المساحة في مسافة قدرها وحدة الطول اذا كان الفرق بين حرارة الطرفين هو وحدة الحرارة .

فاذا رمزنا لمقطع الجسم بالرمز س ، ولحرارة طرفي التـوصيل بالرمز ح ١ و ح ٢ وللزمن ن ، ولطول مسافة التوصيل بالرمز ل ، كان مقدار الحرارة الذي يوصله الجسم (ك) يساوي :

$$ك = \frac{س (ح_1 - ح_2) \times ن \times م}{ل}$$

بفرض ان م هي معامل التوصيل الحراري للجسم .

والارض توصل الحرارة أيضاً كبقية الاجسام ، ولكن توصيلها غير ثابت على العموم ، نظراً لتكون التربة من مواد غير متجانسة . ونظراً لتدخل الهواء والماء ، وهما غير ثابتي المقدار ، في تحديد مقادير توصيل الارض للحرارة ، فاذا لم يكن بالتربة ماء وهواء في مسافاتها البينية ، كان توصيلها للحرارة يقتصر على قدرة حبيباتها على التوصيل الحراري خلال نقط التلامس بينها . فاذا زادت نقط التلامس نتيجة لتزاحم الحبيبات زاد التوصيل الحراري ، والعكس بالعكس اذا كانت الحبيبات في نظام التفكك . وفي نفس الوقت فان حبيبات التربة تتكون من مواد غير متجانسة معدنياً فطبيعي ان يكون توصيل حبيباتها هذه للحرارة يتوقف على معادنها المكونة لها . فتوصيل السليكا للحرارة أكثر من توصيل الميكا واقل من توصيل أكاسيد الحديد .

أما إذا وجد الهواء في المسافات البينية ، كما هو الحال في الارض الجافة ، زاد توصيل الارض للحرارة ، نظراً لانتقال الحرارة في الهواء نفسه زيادة عن انتقالها خلال التربة ونقط تلامسها .

ولكن إذا يملأ الماء كل المسافات البينية ، زاد توصيل الارض للحرارة زيادة كبيرة لأن توصيل الحرارة خلال الماء اكبر بكثير من توصيلها بالهواء إذ يقدر بـ ١٠٠ مرة .

وبناء على ما تقدم ، يمكن تلخيص العوامل التي تؤثر في توصيل الارض للحرارة فيما يلي :

١ ـ بناء التربة : كلما ساد نظام التزاحم كلما زاد التوصيل في الارض .

٢ ـ مادة الحبيبات : تختلف مواد التربة في قدرتها على التوصيل الحراري ، وتبعاً لاختلافها يتغير توصيل التربة كلياً للحرارة .

٣ ـ ماء التربة : نظراً لكبر معامل توصيل الماء للحرارة بالنسبة للهواء فان زيادة ماء التربة يزيد توصيلها للحرارة ، وجفاف التربة يقلل من مقدار التوصيل .

العوامل التي تتوقف عليها درجة حرارة التربة :

١ ـ الحرارة النوعية للمواد التي تتركب منها الارض :

درجة حرارة الجسم أياً كان تتوقف على الحرارة النوعية لمادته ، فاذا كان مقدارها صغيراً سخن الجسم بسرعة ، أما إذا كانت كبيرة فان الجسم يسخن ببطء . والاراضي الجافة تختلف باختلاف تركيبها المعدني وبمقدار ما تحتويه من مواد عضوية ، فالمادة العضوية ذات حرارة نوعية على اساس الوزن عالية تتراوح بين ٠٫٤ ـ ٠٫٥ حريرة .

ولكن بتدخل الحجم والمسامية نجد أن الحرارة النوعية المادة العضوية على أساس الحجم أقل منها مما هي في المادة المعدنية ، ومن ذلك نرى انه بزيادة نسبة المادة العضوية في التربة فانها تسخن بسرعة عما إذا لم تكن موجودة .

ويبين الجدول (١٤) الحرارة النوعية لبعض مكونات الاراضي .

جدول (١٤) الحرارة النوعية لبعض مكونات التربة

المكون	الحرارة النوعية (حريرة/غرام)
كوارتز	٠٫١٩٦
كربونات كالسيوم	٠٫٢٠٦
ميكا	٠٫٢٠٨
الطلق	٠٫٢٠٩
كاؤولينيت	٠٫٢٣٣
دبال	٠٫٤٧٧
المـــاء	١٫٠٠

٢ ـ تأثير المـاء :

الماء من أهم العوامل المؤثرة في درجة حرارة الارض ، ويعود سبب ذلك الى مايلي :

آ ـ تأثير الماء على الحرارة النوعية : فاذا أضيف الماء للتربة كبرت حرارتها النوعيـــة فتسخن ببطء وتبرد ببطء بخلاف ما اذا كانت جافة .

ب ـ توصيل الماء للحرارة : فالماء يساعد على توصيل الحرارة من الطبقات العليا الى السفلى فلا تتركز بشدة على السطح .

وفي الاراضي المبتلة يكثر التلامس بين الحبيبات فيها فيسرع انتقال الحرارة بالتوصيل فلا تتركز على السطح ، بعكس الاراضي الجافة حيث يقل سطح الاتصال بين الحبيبات فيها فيبطؤ انتقال الحرارة بالتوصيل، فتسخن الطبقة السطحية كثيراً عن الطبقات السفلى . وقد وجد أن انتقال الحرارة من التربة الماء اسرع من انتقالها من التربة للهواء بنحو ١٥٠ مرة . ومن ثم كانت نسبة زيادة المـــاء في الارض تؤدي إلى زيادة درجة التوصيل .

ولكن إذا استمرت نسبة الماء في الازدياد إلى مالا نهاية انخفضت درجة التوصيل الى درجة توصيل المـــاء نفسه .

ج ـ تبخر الماء : بصعود الماء بالخاصة الشعرية إلى السطح ثم تبخره ينشأ عنه انخفاض في درجة حرارة سطح الارض .

د ـ الصرف : يجب التخلص من الماء الزائد بالصرف لكي ترتفع درجة حرارة الارض .

٣ ـ بناء التربة :

يتسبب عن تغير بناء التربة بالحرث أو الترحيف تغيرات في درجـــة حرارتها . فحرث الارض وعزقها يضعف فيها نقط التلامس بين الحبيبات ، كما أن نسبة الهواء تزيد فيها فتصبح الارض أقل توصيلاً للحرارة وبذلك تتركز الحرارة في سطحها .

أما الترحيف والميطدة فتزيد درجة توصيل الارض للحرارة لزيادة نقط التلامس وتقليل نسبة الهواء.

٤ ـ لون الارض :

تختلف الاجسام في درجة امتصاصها للحرارة باختلاف الوانها ، فالاراضي قاتمة اللون تمتص حرارة أكثر من الاراضي فاتحة اللون .

٥ ـ الاشعاع من الارض :

كما ان الارض تمتص حراره بالامتصاص ، فانها تفقد بعض هذه الحرارة ثانية بالاشعاع ، فالاراضي السوداء التي تمتص حرارة كثيرة تشع كذلك حرارة كثيرة وتشع الارض دائماً حرارة اطول امواجاً من التي تمتصها .

ومن خصائص بخار الماء والزجاج أن يمنعا مرور تلك الموجات الارضية الطويلة خلالها ، ولكنهما يمرران بسهولة الموجات القصيرة ، ولهذا السبب ترتفع درجة الحرارة في البيوت الزجاجية المغلقـــة ، كما تشتد حرارة الصيف عندما يكون الهواء محملا بكثير من الرطوبة . وتشع الارض ليلا كثيراً من الحرارة الواصلة لها من الطبقات السفلى .

٦ ـ الارتفاع عن مستوى البحر :

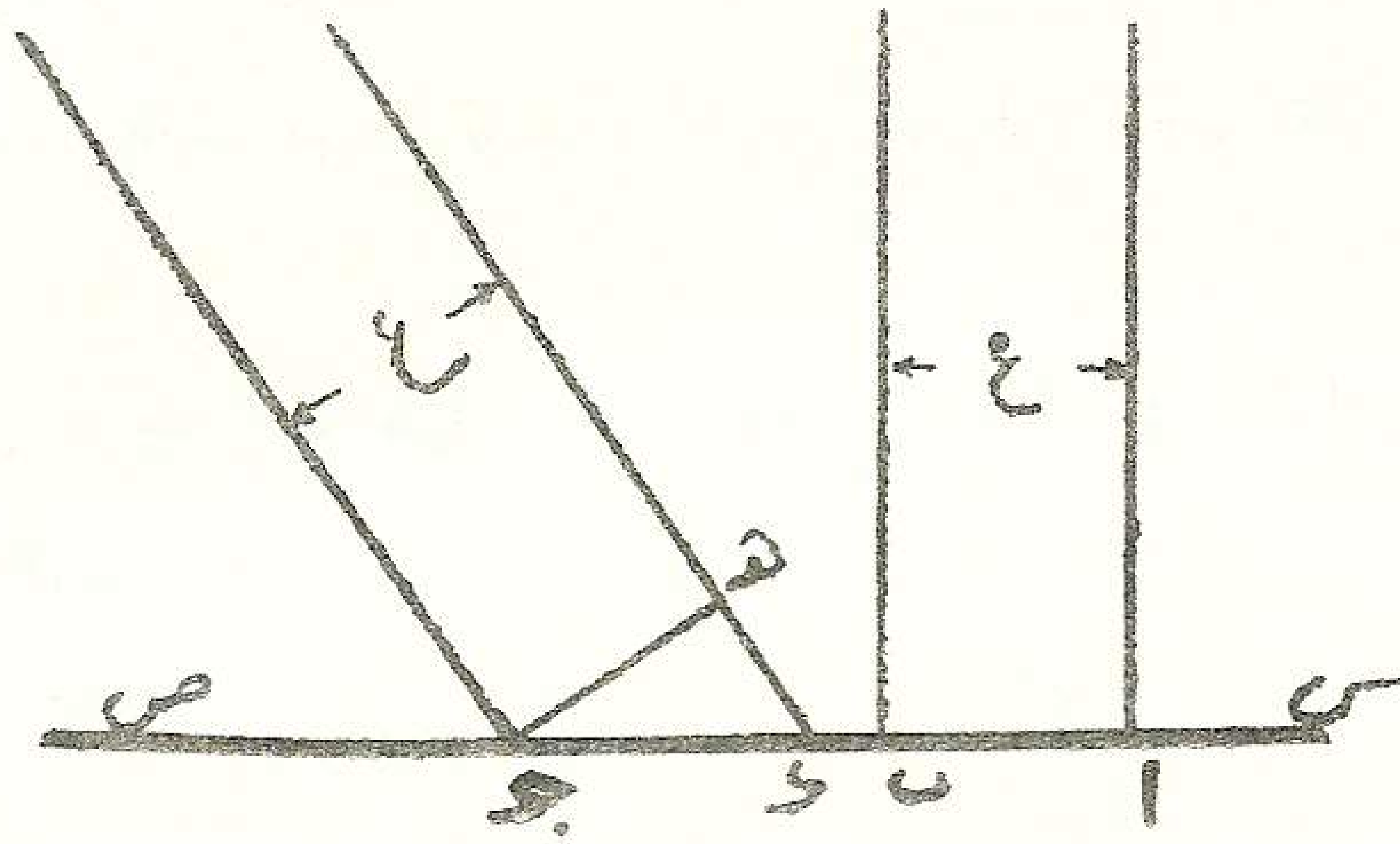
تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع عن مستوى سطح البحر بمتوسط ١°م لـــكل ارتفاع قـدره ٥٥٠ قدماً .

٦ ـ زاوية سقوط أشعة الشمس :

تمتص الارض اكبر ما يمكن من حرارة الشمس اذا سقطت عليها الاشعة عمودية وكلما انحرفت الاشعة عن الاتجاه العمودي ضعف تأثيرها . أي أنه كلما صغرت زاوية السقوط كلما ازدادت كمية مايخص سمك ١ سم٣ من سطح الارض من الحرارة . على العكس من ذلك كلما كبرت زاوية السقوط كلما قل مقدار ما يخص كل ١ سم٣ من الحرارة .

والشكل (٢٤) يبين سقوط حزمتين ضوئيتين من اشعة الشمس ، طول ضلعهما ع سم ، على السطح س ص . إحداهما عمودية والاخرى مائلة .

ففي حالة الحزمة العمودية تقع الحزمة على مساحة قدرها آ ب × ع بينما الثانية تقع على سطح مساحته حـ د × ع . ويمكن بسهولة إثبات ان حـ د × ع أكبر من آ ب × ع فاذا كانت الحزمتان الضوئيتان متساويتين ، كان مقدار الحرارة الذي يصيب الارض في حالة زاوية السقوط الصغيرة أكبر من الحرارة التي تصيب الارض في حالة زاوية السقوط الاكبر .



شكل (٢٤)
رسم تخطيطي لحزمتين ضوئيتين متساويتين في المقطع
ومختلفتين في زاوية السقوط

وتختلف زاوية سقوط الاشعة الشمسية على الارض الواحدة خلال اليوم وكذلك خلال السنة . ففي الحركة اليومية ، تبدأ أشعة الشمس في السقوط على الارض عند الشروق وتكون زاوية السقوط أكبر ما يمكن ، وعند صعود الشمس في السماء تصغر زاوية السقوط حتى تصل الى نهايتها الصغرى عند الظهر ثم تعود فتميل للغرب وتزداد زاوية السقوط ثانية .

وفي الحركة السنوية ، تكون أشعة الشمس عمودية على مدار السرطان ومائلة على مدار الجدي ، فيكون صيفاً في نصف الكرة الشمالي وشتاء في النصف الجنوبي ، وعلى العكس عندما تكون أشعة الشمس عمودية على مدار الجدي ومائلة على مدار السرطان .

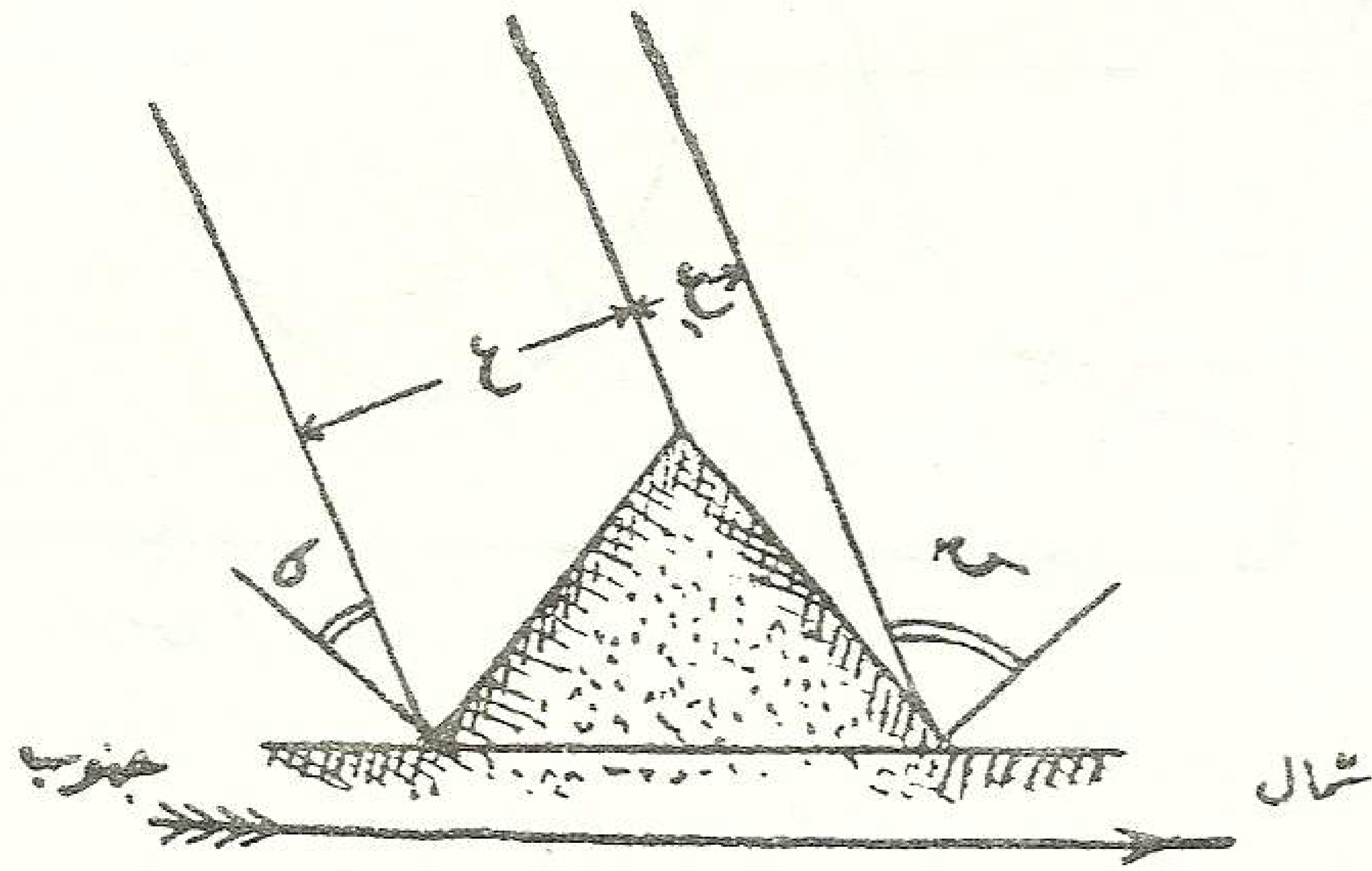
٨ – الموقع الجغرافي للارض (خطوط العرض) :

يكون الموقع حاراً عادة كلما قرب من منتصف الكرة ، كما يكون بارداً كلما بعد عن المنتصف واقترب ناحية القطبين .

٩ ـ ميل الارض عن الافق :

يؤثر ميل الارض عن الافق في درجة حرارتها فاذا تجاورت قطعتان من الارض ، احـــداهما منبسطة والاخرى مائلة فانها لا يكونان ذات درجة حرارة واحـدة في نفس الوقت ، وسبب ذلك هو اختلاف ميل اشعة الشمس عليها . حيث نجد ان زاوية سقوط الاشعة على المستوى الافقي اكبر من زاوية سقوطها على المحور المائل وعلى ذلك فالمنحدر يسخن اكثر من الارض المنبسطة .

ولاتجاه الميل ايضاً تأثير في درجة حرارة الارض . فدرجة حرارة المنحدر الشرقي أعلى من درجة حرارة المنحدر الغربي في النصف الاول من النهـار ، والعكس في النصف الثاني منه ، ودرجة حرارة الريشة القبلية أعلى من درجة حرارة الريشة الشمالية ، شكل (٢٥) .



شكل (٢٥)
سقوط حزمة ضوئية على احد خطوط الزراعة . واضح أن الريشة الجنوبية أكثر تعرضاً للحرارة من الريشة الشمالية

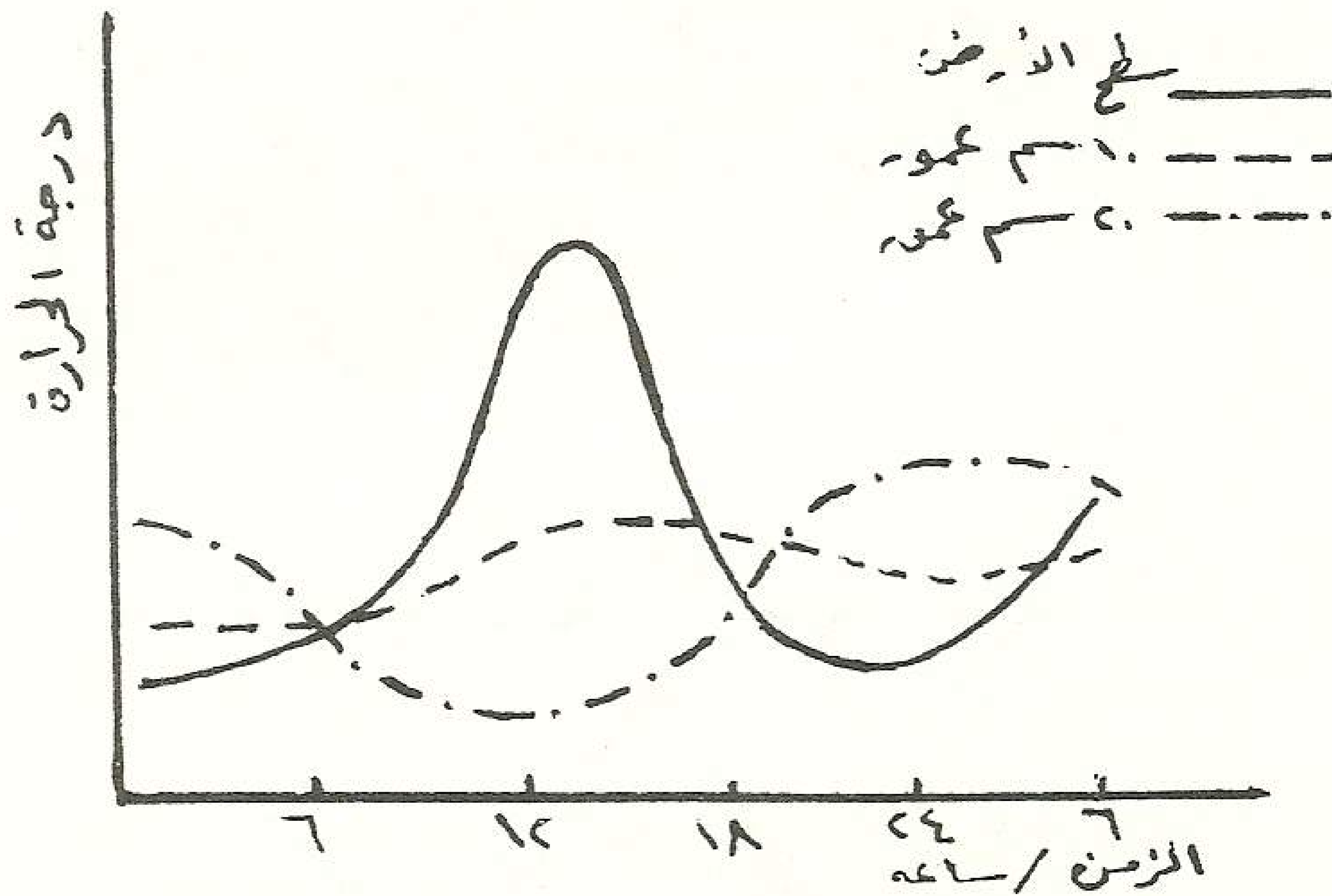
الموجة الحرارية الارضية :

عند سقوط أشعة الشمس على الارض يمتص سطحها جزء من الطاقة الحرارية ، فترتفع درجــة حرارتها عن درجة حرارة الطبقات السفلي ، وبذلك تنشأ موجة حرارية تنتقل في الارض من السطح الى اسفل ، بسرعة تتوقف على بناء الارض ، ودرجة توصيل اجزائها للحرارة ، ونسبة الرطوبة بها .

وفي الليل عندما يبرد سطح الارض بالاشعاع وتنخفض درجة حرارته عن درجة حرارة الطبقات السفلى ، ينعكس سير الموجة الحرارية فتتحرك من أسفل إلى أعلى ، من ذلك نرى ان الحرارة تسير في

الارض على هيئة موجات حرارية يومية ، وتتم دورة هذه الموجة اليومية كل ٢٤ ساعة . وقد تصل في سيرها الى أسفل لعمق ٣ قدم ثم ترتد صاعدة الى سطح الارض .

يسمى الفرق بين النهاية العظمى لدرجة الحرارة والنهاية الصغرى لها بالمدى الحراري اليومي أو سعة الموجة الحرارية . وسعة الموجة الحرارية في باطن الارض أقل منها في السطح ، وان درجة الحرارة العظمى عند تلك النقطة تصل في وقت متأخر عن الوقت الذي تصل فيه درجة حرارة السطح الى نهايتها العظمى .

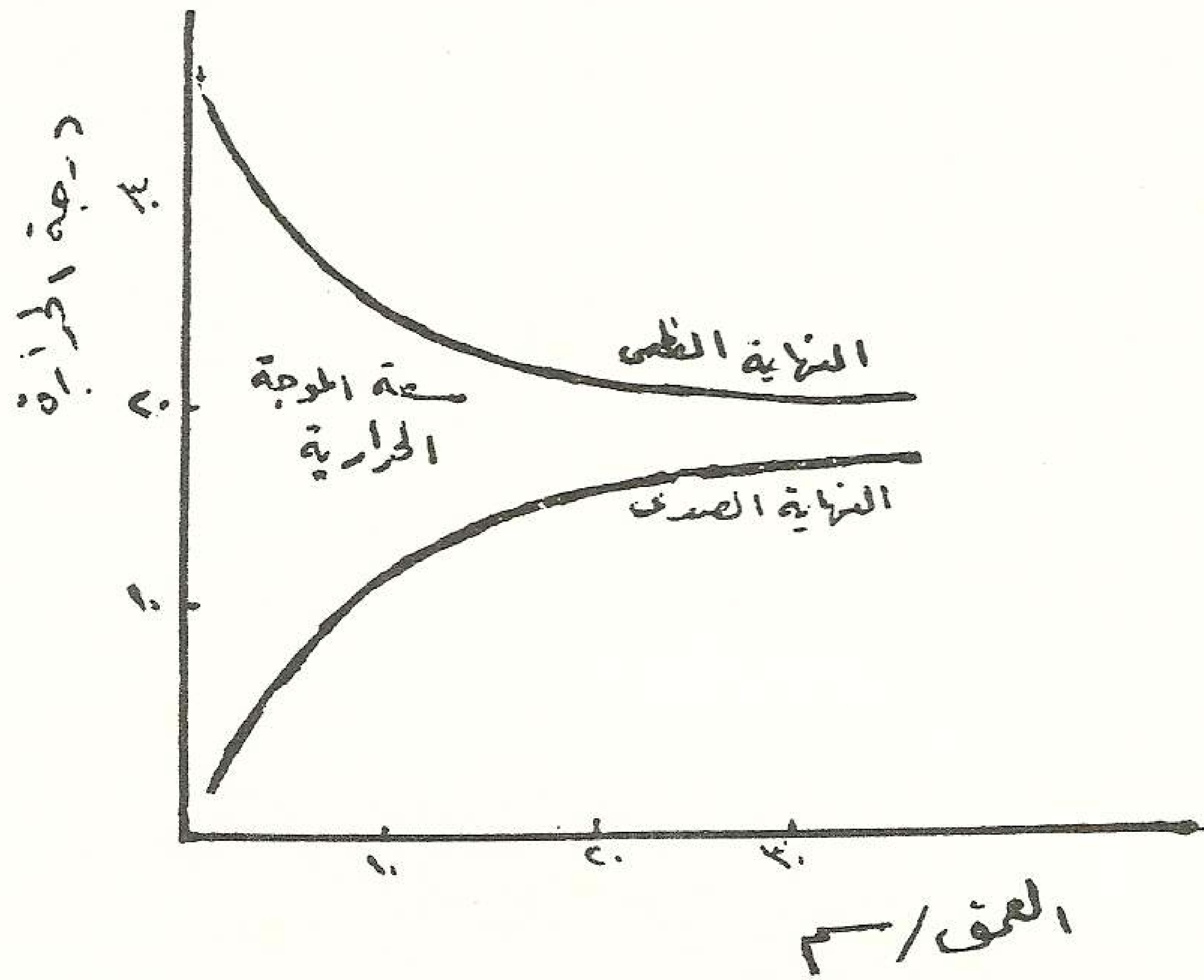


شكل (٢٦)

تغير الموجة الحرارية اليومية حسب عمق التربة

مما تقدم يتضح ، أننا إذا قسنا درجات حرارة الارض على أعماق مختلفة من السطح قبل طلوع الشمس لوجدنا درجة الحرارة تنخفض على السطح وتزداد كلما تعمقنا في جوف الارض ، وعندما تطلع الشمس وتأخذ درجة حرارة الهواء الجوي في الارتفاع فان درجة حرارة سطح التربة ترتفع عن درجة حرارة الطبقات السفلى وبذلك تسير الموجة الحرارية من السطح الى أسفل فترتفع درجة حرارة الطبقات السفلى تدريجياً أثناء سيرها ، بحيث يكون السطح أسخنها ، وتقل درجة الحرارة بالتدريج كلما تعمقنا وتصل كل طبقة الى درجة حرارتها العظمى في وقت متأخر عن زمن النهاية العظمى لدرجة حرارة الطبقات التي تعلوها .

ويوضح الشكل (٢٧) العلاقة بين مدى الموجة الحرارية والعمق في التربة . ويتضح منه ان سعة الموجة الحرارية تقل كلما تعمقنا في باطن الارض .



شكل (٢٧) تناقص سعة الموجة الحرارية مع تعمق التربة

الموجة الحرارية السنوية :

بالاضافة الى الموجة الحرارية اليومية التي تؤثر في كل نقطة من باطن الارض ، فان هناك موجة حراريه سنوية ، تظهر آثارها بارتفاع متوسط درجة الحرارة لكل نقطة حتى تبلغ أقصاها في شهر معين، ثم تنخفض لنهاية صغرى في شهر معين آخر أثناء السنة . وقد دلت تجارب Mackenzie على أن الموجة السنوية تبلغ نهايتها العظمي في شهر تموز أو آب ، كما تبلغ نهايتها الصغرى في شهر شباط .

وقد دلت تجارب أخرى على أن الموجة السنوية تتحرك من أعلى إلى أسفل في فصلي الربيع والصيف أي انها تكون موجة هابطة ، حيث يكون متوسط درجة حرارة السطح أعلى من متوسط درجة حرارة باطن الارض . كما تتحرك الموجة الحرارية من أسفل الى أعلى في الخريف والشتاء وتكون موجة صاعدة ، حيث يكون متوسط درجة الحرارة في باطن الارض أعلى من المتوسط على سطحها .

الباب الثالث

الخواص الكيميائية للارض

ويشمل خمسة فصول هي :

الفصل الاول : غرويات الارض ومعادن الطين

الفصل الثاني : تبادل الكاتيونات في الارض .

الفصل الثالث : الكائنات الحية والمادة العضوية في التربة .

الفصل الرابع : تأثير الارض . والفعل التنظيمي لها .

الفصل الخامس: الاراضي المالحة والقلوية .

الفصل الأول

غرويات الارض ومعادن الطين

SOIL COLLOIDS AND CLAY MINERALS

غرويات الارض :

من المعلوم أن حبيبات الارض تتفاوت في حجومها بين الحصا وبين الطين والواقع انه كلما صغرت الحبيبات كلما زاد نشاطها الكيماوي . والارض باحتوائها على حبيبات متفاوتة الاقطار ، تعتبر في حالة توازن من جهة نشاطها الكيماوي ، فلو كانت كلها نشطة لتحولت جميعها الى النواتج النهائية للتفاعل وهي الذوبان والتلاشي ، ولو كانت كلها عديمة النشاط لعجزت عن تحضير المواد الغذائية للنبات وامداده بها .

وتلعب الحبيبات الغروية سواء أكانت معدنية كالطين أو عضوية كالدبال أو معقدة ناشئة من اتحاد الطين والدبال في مركب واحد يسمى المعقد الغروي Clay-humus complex ، تلعب جميعها دوراً مهماً في تحديد الخواص الطبيعية والطبيعية الكيماوية للارض ، فكلما زاد مقدارها كلما زادت الارض تماسكاً وقدرة على حفظ الماء ، وقل فقد الماء منها بالرشح وبالتبخر ، واتسعت قدرتها على اختزان عناصر الغذاء النباتي في صورة صالحة للاستعمال .

خواص الغرويات :

يعتبر النظام الغروي Colloidal system وسط بين الرواسب Precipitates والمحاليـــل الحقيقية Solutions وتعتبر المادة في نظام غروي إذا كان قطر حبيباتها بين ٠٫٠٠٠١ ميكرون وبين ٠٫٥ ميكرون. ويرى علماء الاراضي ان يكون الحد الأعلى لقطر الحبيبات الغروية هو ٢ ميكرون لأن هذه الحبيبات تظهر فيها بعض الخواص الغروية . وأهم خواص الغرويات هي :

١ ـ لا يمكن رؤية الحبيبات تحت المجهر العادي لصغر حجمها ، ولكن يمكن مشاهدة حركتها البراونية بانعكاس الضوء عليها في حقل الالترامايكروسكوب .

٢ ـ السطح النوعي للغرويات كبير جداً وهو يتناسب عكسياً مع اقطار الحبيبات ، كما ان قدرة الحبيبات على التفاعل والامتصاص تتناسب طردياً مع سطحها النوعي .

٣ ـ تحمل الغرويات شحنات كهربائية ، أما ان تكون سالبة كما في الطين والدبال ، او تكون موجبة كأيدروكسيد الالومنيوم وايدروكسيد الحديد .

وتستطيع الغرويات معادلة شحنتها بجذب أيونات مغايرة لها بالشحنة .

٤ ـ تتجمع الغرويات باضافة الالكتروليتات لها ، أو باضافة غرويات اخرى مخالفة بالشحنة لها . كما تتجمع ايضاً بنزع الغلاف المائي من حولها وذلك باضافة الكحول مثلا .

٥ ـ تتفاوت الغرويات في درجة قابليتها للتجمع ، فمنها مايتجمع بسهولة كالمعادن والايدروكسيدات، ويسمى الغروي في هذه الحالة كارها للماء Hydrophobic . ومنها ما لا يسهل تجمعه كزلال البيض والصمغ ويسمى محبا للماء Hydrophilic ويطلق على الغرويات صعبة التجمع اسم الغرويات الحافظة ، لأنها إذا وجدت مع غرويات سهلة التجمع حفظتها من التجمع .

٦ ـ تكون الغرويات في حالة سول sol عندما يكون وسط الانتشار سائلاً والمادة المنتشرة جسماً صلباً . أو تكون في حالة جل gel عندما يكون وسط الانتشار صلباً والمادة المنتشرة سائلاً. وفي كلتا الحالتين يزداد حجم الحبيبات الغروية بامتصاص الماء . وإذا سحب منها الماء الممتص بالتجفيف انكمش حجمها ثانية .

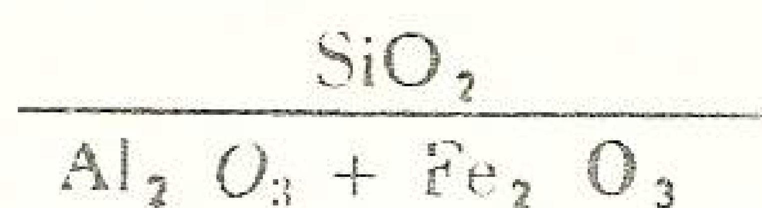
٧ ـ بعض الغرويات تستطيع بعد جفافها العودة الى الوضع الغروي ثانية إذا وضعت في وسط الانتشار وتسمى مثل هذه الغرويات عكسية Reversible ، وبعض الغرويات لا تستطيع العودة الى الشكل الغروي بعد جفافها وتسمى مثل هذه الغرويات غير عكسية Irreversible .

معادن الطين Clay Minerals :

ذكرنا سابقاً أن الطين عبارة عن ناتج ثانوي لأثر عوامل تكوين الاراضي في الفتات الصخرية ، ونظراً لاختلاف كل من عوامل تكوين الاراضي والفتات الصخرية نجد ان هناك انواعاً مختلفة من الطين.

وكل أنواع الطين عبارة عن سليكات الومنيوم تقريباً ، وفي الحقيقة فان اساس تكوين الطين هو حمض السليسيك مع الالومينا والحديد ، مع قليل من القواعد الارضية المختلفة . والمفروض نظرياً انه كلما تقدمت عمليات التجوية كلما اقتربت نواتج الصخر المتحلل من تركيب سليكات الالومنيوم وسليكات الالومنيوم والحديد ، نظراً لانغسال القواعد الارضية بعيداً في الاعماق ، أي يصبح عدد جزيئات حمض السيليسيك مساوياً لعدد جزيئات

الحـــديد والالومنيوم معاً . ولذلك يقاس مدى تطور معدن الطـــين بايجاد نسبة السليكا الى اوكسيد الالومنيوم + اوكسيد الحديديك في صورة :



$$\frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

ويستعاض عن ذكر الاكاسيد الالومينية والحـــديدية باسم الاكاسيد السداسية Sesquioxides ويرمز لها R_2O_3 .

ويستفاد من معرفة هذه النسبة ان يحدد مدى تطور الطين تحت ظروف تكـــوين الارض ، فكلما زادت هذه النسبة دلت على ان التطور لم يتم ، وكلمـــا قربت من ١ : ١ كلما دلت على تقدم عملية التطور .

ويبين الجدول التالي تحليلات انواع مختلفة من الطين مأخوذة من اماكن مختلفة من العالم .

جدول (١٥) التركيب الكيماوي لبعض انواع من الطين

الارض	SiO_2 ٪	Al_2O_3 ٪	Fe_2O_3 ٪	CaO ٪	MgO ٪	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
(١)	٥٨٫٩	١٧٫٢	٢٠٫٨	٠٫٢	٢٫٤	٣٫٢٧	٥٫٧٨
(٢)	٣٣٫٩	٣٦٫١	١١٫٠٠	٠٫٣	٠٫٤	١٫٣٤	١٫٥٩
(٣)	١٠٫٢	١٥٫٨	٦٢٫٥	٠٫٢	٠٫٥	٠٫٣١	١٫٠٩
(٤)	٣٨٫٠٨	٣١٫٩١	١٢٫٣٣	٠٫٨٥	١٫٣٢	١٫٦٢	٢٫٠٢
(٥)	٤٩٫٠٦	٢٦٫١٣	٩٫٤٨	١٫٨٩	٤٫٨٠	٢٫٥٩	٣٫١٩
(٦)	٥٤٫٠٥	٢١٫٥٥	١١٫٠٢	١٫٣٥	٢٫٥٦	٣٫٢٠	٤٫١٦
(٧)	٦٠٫٥٥	١٦٫٦٣	٥٫٧٨	٠٫٦٦	٤٫٥٧	٥٫٠٧	٦٫٣٠

(١) سوداء من الترنسفال ـ من روبنسون

(٢) حمراء من جورجيا ـ من روبنسون

(٣) قرميدية من كوبا ـ من روبنسون

(٤) منطقة شين (اعالي الجبال الساحلية) ـ زين العابدين

(٥) قبور البيض (شمال سوريا) ـ زين العابدين

(٦) الباب ـ زين العابدين

(٧) قرب الحمول ـ زين العابدين

وباتخاذ تحليل الطين المستخرج من منطقة الباب كمثل لتوضيح طريقة حساب نسبة السليكا الى الاكاسيد السداسية نجدها تتم بالصورة التالية :

(١) من التحليل نجد أن السليكا ٥٤٫٠٥٪ ، الالومينا ٢١٫٥٥٪ اوكسيد الحديديك ١١٫٠٢٪ .

(٢) لايجاد عدد الجزيئات النسبي في كل من هذه الاكاسيد ، يقسم المقدار على الوزن الجزيئي للاكسيد أي :

آ ـ الوزن الجزيئي المركب SiO_2 = ٦٠

ب ـ الوزن الجزيئي للمركب Al_2O_3 = ١٠٢

ج ـ الوزن الجزيئي المركب Fe_2O_3 = ١٦٠

(٣) وبذلك يكون عدد جزيئات SiO_2 النسبي =

$$\frac{٥٤٫٠٥}{٦٠} = ٠٫٩٠٠$$

عدد جزيئات النسبي Al_2O_3 =

$$\frac{٢١٫٥٥}{١٠٢} = ٠٫٢١١$$

عدد جزيئات النسبي Fe_2O_3 =

$$\frac{١١٫٠٢}{١٦٠} = ٠٫٠٦٩$$

(٤) وعلى ذلك تكون نسبة $SiO_2 : R_2O_3$ = ٣٫٢٠

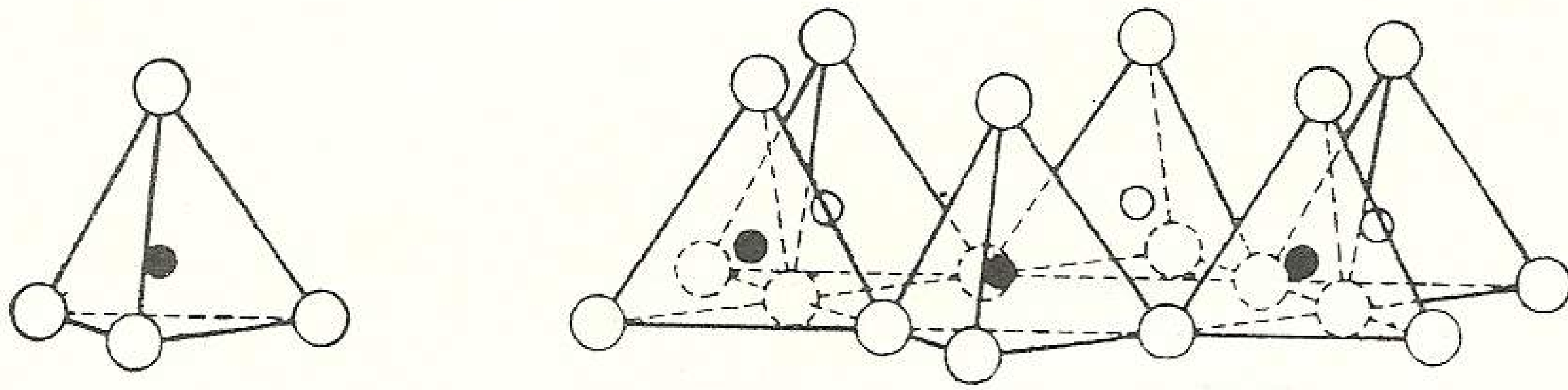
وبمراجعة الارقام الموجودة في الجدول نجد ان الاراضي القرميدية (لاتريت) ، وهي اراضي تقدمت فيها عمليات التطور تقدماً كبيراً ، قد صغرت فيها نسبة السليكا الى الالومينا الى ٠٫٥٩ بينما في الاراضي السوداء وهي اراضي لم تتم فيها عملية التطور نجد ان هذه النسبة بها ٥٫٧٨ .

كما نجد من عينات الطين المأخوذة من مناطق مختلفة الامطار في القطر السوري ، انه بزيادة الامطار تقل كل من نسبة السليكا الى الالومينا ، والسليكا الى الاكاسيد السداسية ، مما يدل على أن عمليات التطور والتحلل تزداد وتتقدم كلما زادت كمية الرطوبة .

التركيب البلوري لمعادن الطين :

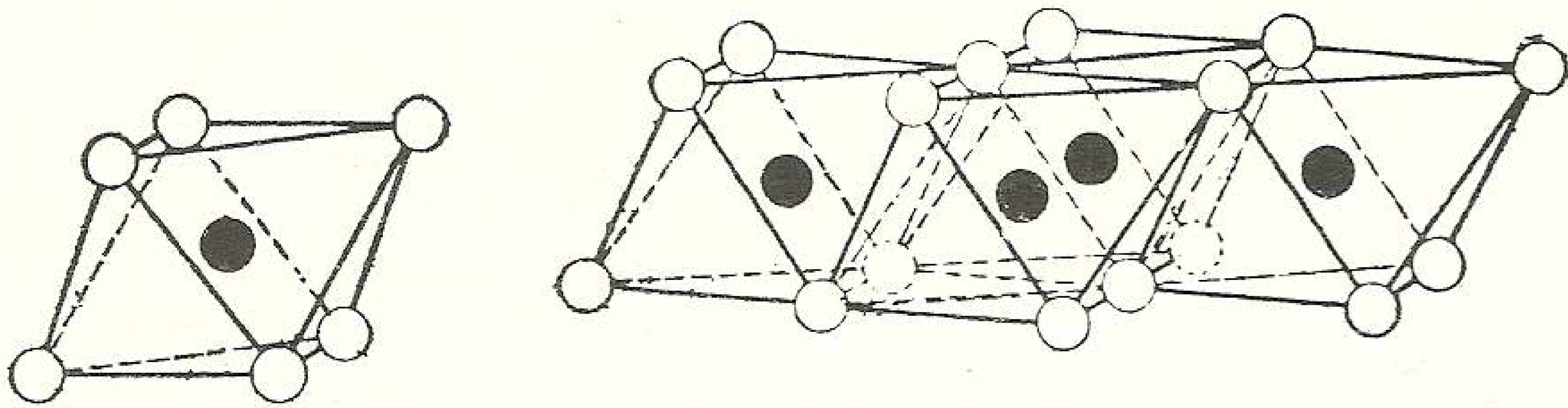
اثبتت الابحاث الحديثة ان معقد الطين يتكون اساساً من معـادن لها شكل بلوري خاص يمكن تمييزه باشعة (س) او بالمجهر الالكتروني . وقد ظهر ان لهذه المعادن بناء بلوري خاص Lattice Structure بحيث يكون ترتيب ذرات الاوكسجين والسليكون والالومنيوم او الحديد في اوضاع نسبية خاصة .

فذرة السليكون ترتبط مع الاكسجين بالنظام الرباعي Tetrahedral مـكونة ما يسمى بالصفيحة الرباعية Tetrahedral sheet (شكل ٢٨) . اى ان كل ذرة سليكون توجـد في مركز هرم رباعي الوجوه وترتبط مع ٤ ذرات اكسجين الموجودة في رؤوسه .



شكل (٢٨)
رسم توضيحي لمجموعة مفردة من السليكا الرباعية ولصفيحة من السليكا الرباعية .

بينما ترتبط ذرة الالومنيوم مع الا كسجين بالنظام الثماني Octahedral . أي توجـد ذرة الالومنيوم في مركز ثمـاني الوجوه وترتبط مع ٦ ذرات اكسجين الموجودة في رؤوسه وتترتب ذرات الالومنيوم في الاتجاه الافقي مكونة ما يسمى بالصفيحة الثمانية Octahedral sheet (شكل ٢٩) .



شكل (٢٩)
- رسم توضيحي لمجموعة مفردة من الالومينا الثمانية ولصفيحة من الالومينا الثمانية .

وتترتب صفيحة من السليكا (المتكونة من عدد من المجاميع الرباعية) مع صفيحة من الالومينا (المتكونة من عدد من المجاميع الثمانية) لتشكيل وحدة بللورة الطين Cristal lattice ، وتختلف المسافات بين هذه الصفائح باختلاف معادن الطين ، وبالتالي تختلف قوة تماسكها وقابليتها للتمدد فاذا كانت المسافات بين الصفائح كبيرة فان الماء والايونات المختلفة تتمكن من الدخول في هذه المسافات .

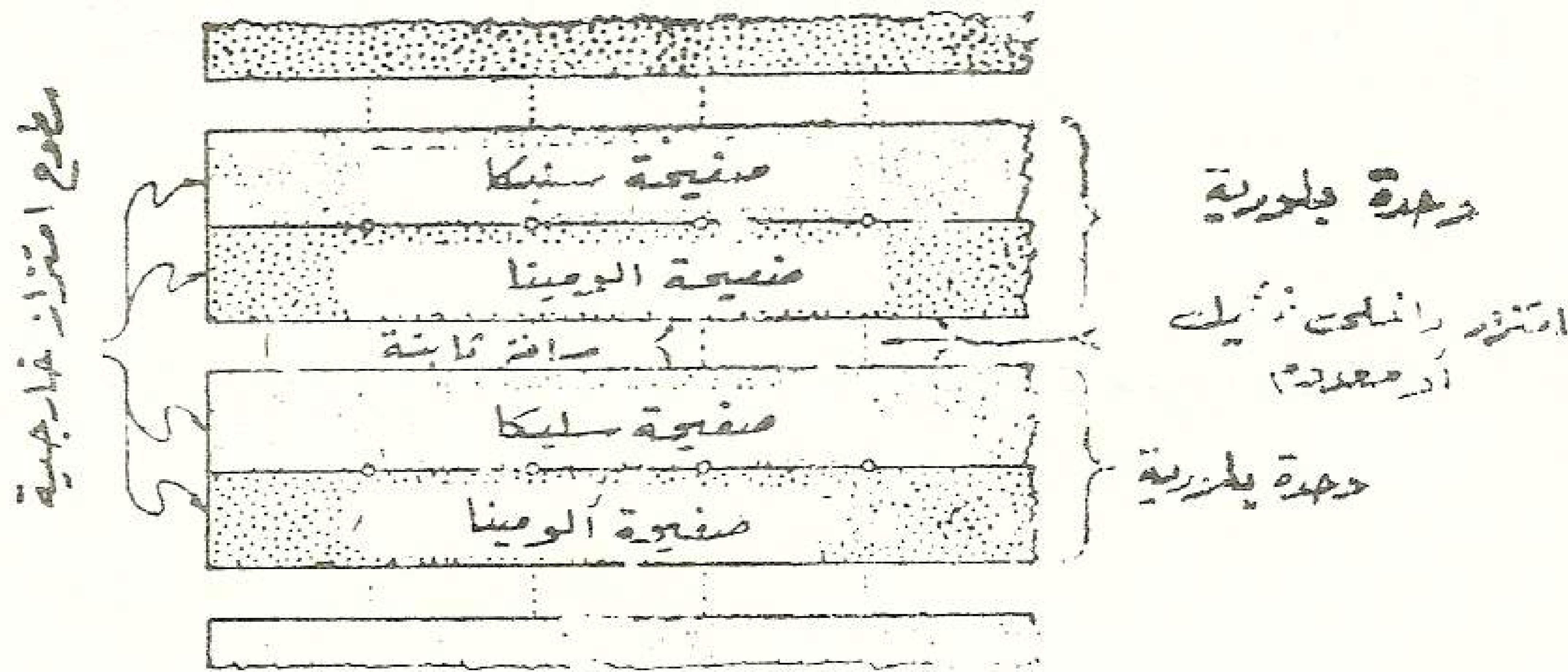
وتقسم معادن الطين الى عدة مجموعات ، ثلاثة منها رئيسية ، وهي :

(١) مجموعة الكاؤولين Kaolinite group :

ويطلق عليها مجموعة طين ١ : ١ . والتركيب البنائي لهذه المجموعة هو صفيحة واحدة من السليكا الرباعية وصفيحة واحدة من الالومينا الثمانية (شكل ٣٠) . والرمز البنائي لها هو :



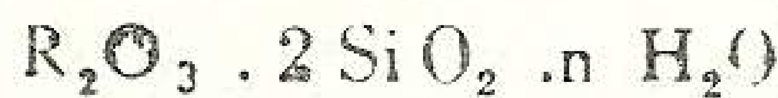
$$(OH)_8\ Al_4\ Si_4\ O_{10}$$



شكل (٣٠)

رسم تخطيطي يبين البناء البلوري لمعدن الكاؤولينيت

أما الرمز الكيماوي فهو :



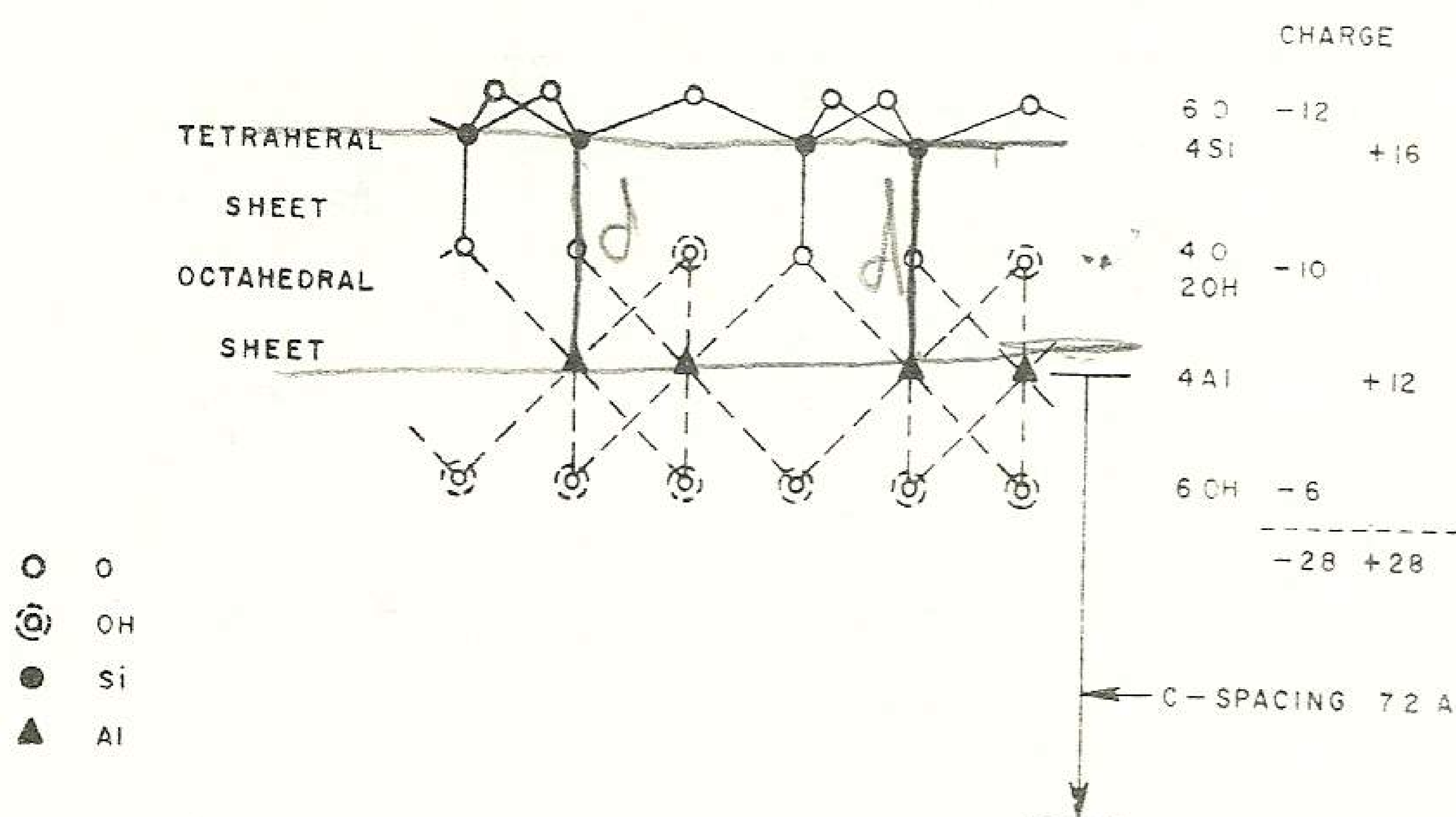
$$R_2O_3\ .2\,SiO_2\ .n\ H_2O$$

باعتبار ان R عبارة عن Al^{+++} أو Fe^{+++} . واحلال ذرة أو أكثر من الحديد مكان الالومنيوم يؤدي الى تكوين انواع كثيرة من المعادن تختلف في تركيبها الكيماوي ولكنها تتشابه الى حد كبير في شكلها البلوري ويتبع هذه المجموعة المعادن التالية :

Halloysite , Metahalloysite , Kaolinite , Diekite , Nacrite
Anauxite

ويتكون الكاؤولين من انحلال الصخور في وسط حامضي رطب عادة ويتميز بأن المسافات بين الصفائح ضيقة جداً تقدر بأقل من ٨ × ١٠^-٨ سم . ولذلك فان قدرته على امتصاص الماء قليلة ، كما ان الايونات لا تستطيع دخول بنائه البلوري ، ولذلك فالسطح الفعال للكاؤولينيت يكون محدداً بأوجهه الخارجية فقط . ولذلك فان هذا الطين لايبدي خواصاً غروية عالية . ويتراوح اقطار حبيباته بين ١٠ر٠- ٥ ميكرون ، وهي حبيبات كبيرة الحجم اذا ما قورنت مع باقي انواع معادن الطين .

ويبين شكل ٣١ ترتيب الذرات في وحدة بللورية من نوع معدن طين ١ : ١ .

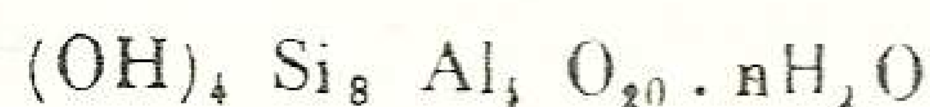


شكل (٣١)

ترتيب الذرات في معدن طين الكاؤولينيت

(٢) مجموعة المنتموريلونايت Montmorillonite groupe :

والتركيب البنائي لهذه المجموعة هو ان كل وحدة Unit تتركب من صفيحة سليكا رباعية ثم صفيحة الومينا ثمانية تليها صفيحة سليكا رباعية (اي سليكا - الومينا - سليكا)، شكل ٣٢ . والرمز البنائي لهذه المجموعة هو :



$(OH)_4\ Si_8\ Al_4\ O_{20} . nH_2O$

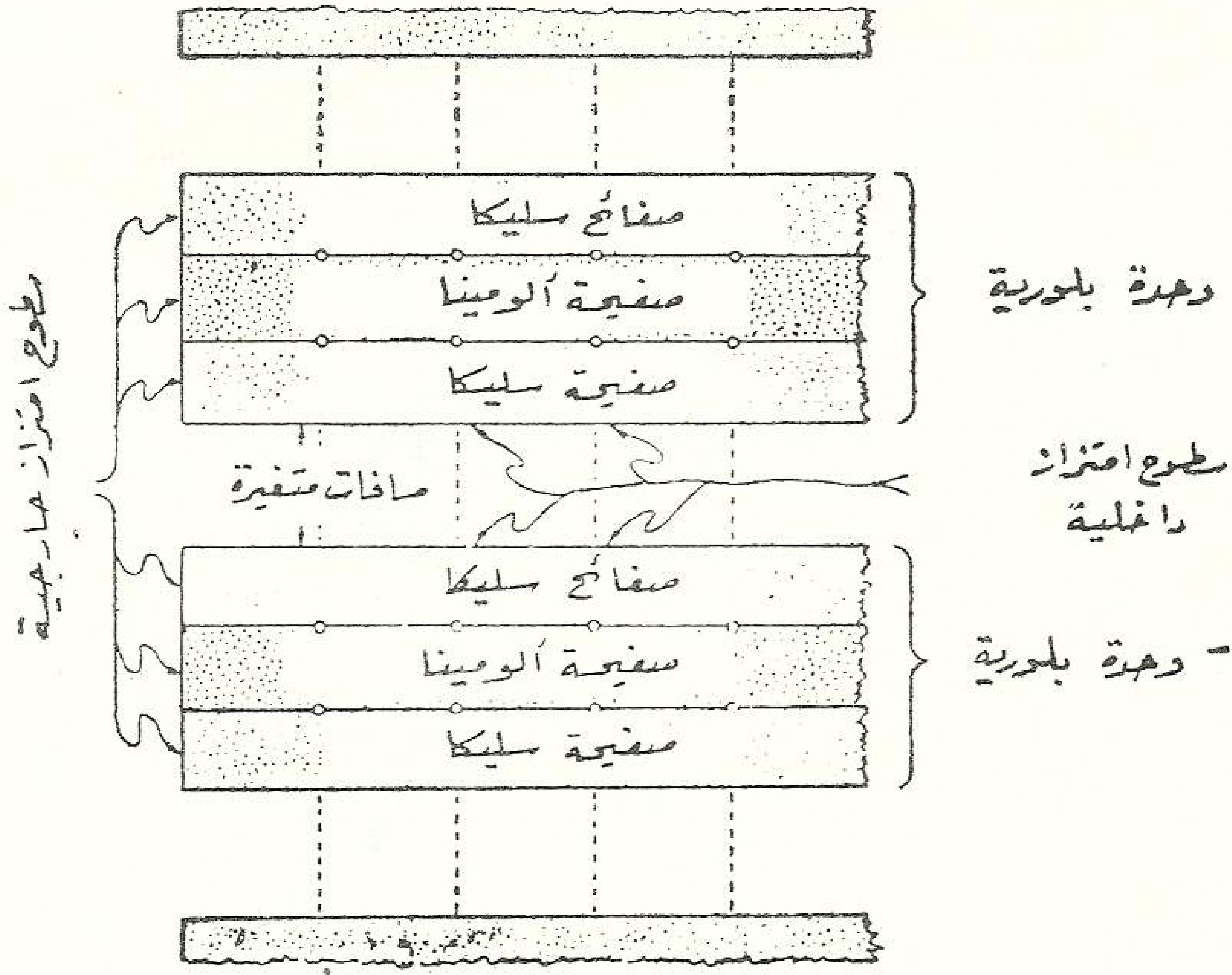
أما الرمز الكيماوى فهو :



$$R_2O_3 . 4SiO_2 . nH_2O$$

وقد يحل الحديد محل الالومنيوم كما قد يحل المغنيسيوم محله ، واحياناً يحـل الالمنيوم محل جزء من السيليكون . ولذلك تنتج انواعاً متعددة من المعادن تتبع هذه المجموعة منها :

Montmorillonite , Beidellite , Saponite , Hectorite
Nontronite



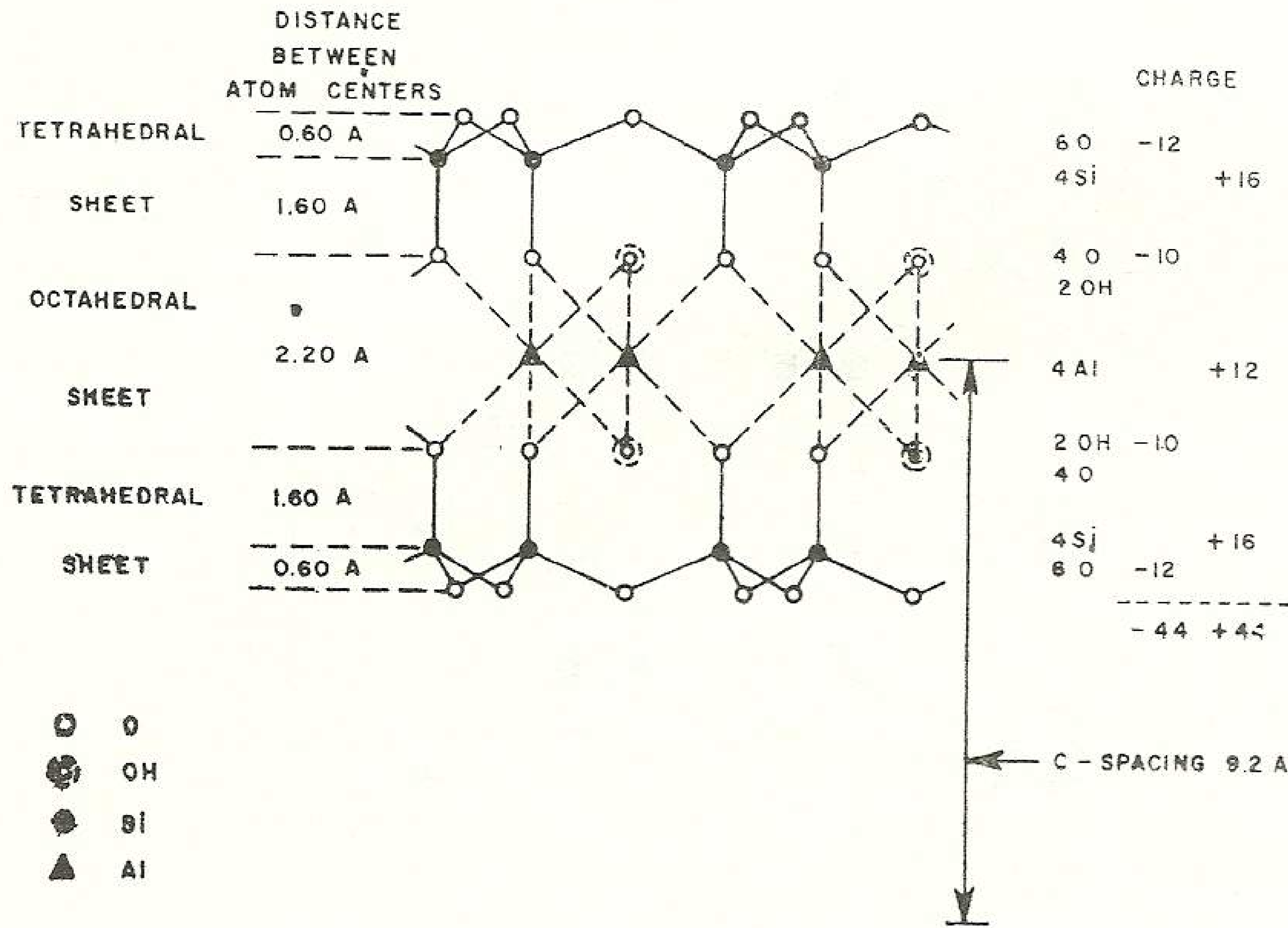
شكل (٣٢)

رسم تخطيطي يبين البناء البلوري لمعدن طين المونتموريللونيت

وتتكون معادن هذه المجموعة في وسـط غني بالقواعد ، وتوجد عادة في نواتج تحلل الصخور الرسوبية وما شابهها والمسافات بين الصفائح اكبر من ٨ × $^{-٨}$سم ، ولذلك فهي تسمح بدخول الماء بينها ، ثم تزداد هذه المسافات اتساعاً بدخول الماء حتى تصل الى نحـو ٢٠ × ١٠ $^{-٨}$سم وبذلك يسهل على الايونات الدخول بين الصفائح ، فتمتص داخل البنـاء فضلاً عن الامتصاص على السطح ، ويتراوح قطر بللورات المونتموريلونيت بين ٠،٠١ - ١٩٠٠ ميكرون والشكل ٣٣ - يبين ترتيب الذرات في نوع معادن طين (٢ : ١)

(٣) مجموعة الايلايت او الميكا المتأدرتة (Illite group (Hydrous mica

والتركيب البنائي لهـذه المجموعة هو ان كل وحـدة تتركب من صفيحتين من السليكا الرباعية ، بينها صفيحة واحدة من الالومنيا الثمانية ، اي ان الوحدة تشبه مثيلتها في المونتموريلونيت ، الا ان هناك احلال الالومنيوم محل جزء من السيليكون في الصفيحة الرباعية والفرق في الشحنات يكمل بدخـــول



شكل (٣٣)
ترتيب الذرات في معدن طين (٢ : ١)

البوتاسيوم بينها بحيث ترتبط ذرات البوتاسيوم بثبات في نسيـج البلورة ، والرمز البنائي لهذه المجموعة هو :



$$(CH)_4\ K_2\ (Si_6Al_2)\ Al_4O_{20}$$

ويمثل التركيب الكيماوي بالرمز :



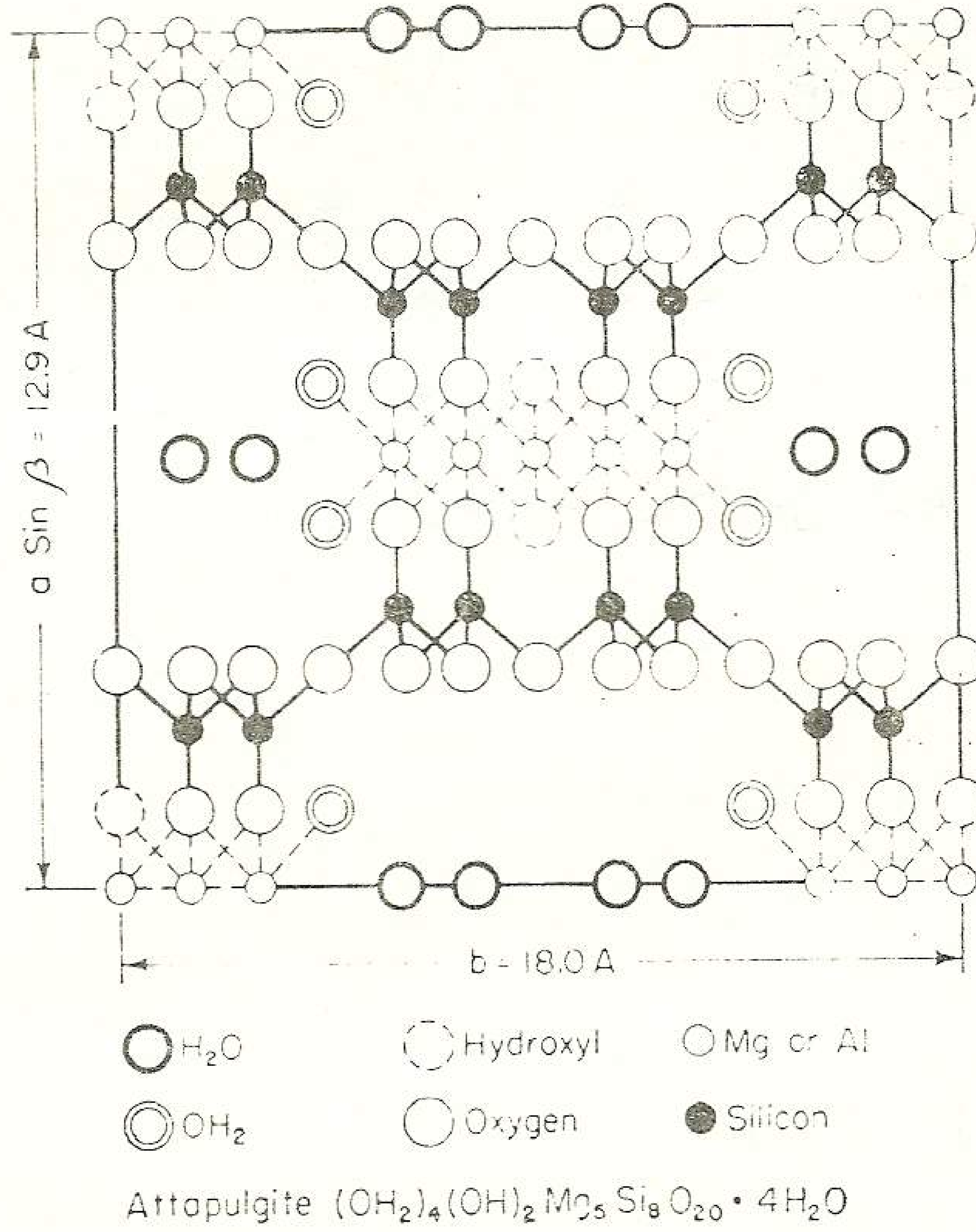
$$K_2O . 3\ Al_2 \cdot O_3 . 6\ SiO_2 . 2\ H_2O$$

ويتبـع هذه المجموعة عدة معادن تختلف فيما بينها حسب درجة احلال العناصر مكان السيليكون

او الالومنيوم ويوجد هذا النوع من معادن الطين في الصخور الرسوبية ، كما ينتج من انحلال بعض الصخور النارية انحلالا اوليا مثل الفلسبارات البوتاسية او الصودية . وتعتبر هذه المجموعة وسط في خواصها بين مجموعة الكاؤولينيت والمونتموريللونيت .

٤ ـ مجموعة الاتابولجيت Attapulgite :

لا تزال المعلومات عن هذه المجموعة قليلة نسبياً ، إذ أنها تنتشر في مناطق قليلة من العالم . ولقد

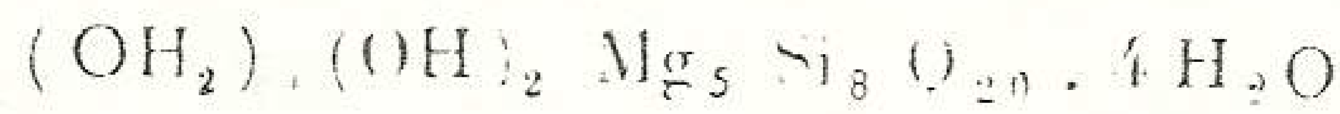


شكل (٣٤)
ترتيب الذرات في معدن الاتابولجيت

وجد في اراضي البادية السورية أنها تحوي نسبة كبيرة من هـذه المجموعة . وبناؤها على القالب ليفي ، وتتكون من سلاسل رقيقة جداً من السليكات في الوضع الرباعي . وكل وحدة بللورية تتكون من زوج من سلاسل صفائح السليكا الرباعية المتماكسة ، ويربط هذه الزوج من صفائح السليكا شريط من مجاميع

المغنيسيوم المسماة طبقة البروسايت Brucite layer ورمزها $Mg_3(OH)_6$. وقد يحل الالومنيوم أو الحديد محل المغنيسيوم في طبقة البروسيت .

والرمز العام لها هو :



$$(OH_2)_4 (OH)_2 Mg_5 Si_8 O_{20} . 4H_2O$$

وتبدو عند رسمها بالمجهر الالكتروني بشكل أربة متطاولة . واشهر المعادن التابعة لها هي :

Attapulgite . Palygorskite . Sepiolite

٥ ـ وتوجد أنواع أخرى للطين ، وإن كانت أقل أهمية من المجموعات السابقة منها طين الكلورايت Chlorite وهو عبارة عن طين ٢ : ١ يشبه تركيبه البنائي طين الايلايت أي صفيحتين من السليكا الرباعية مع صفيحة من الالومينا الثمانية إلا أنه بدلاً من وجود البوتاسيوم الذي يقوم بدور الربط بين الوحدات البلاورية في طين الايلايت، توجد صفيحة البروسايت Brucite وهي عبارة عن سلاسل من ايدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ تقوم بالربط بين الوحدات البلاورية لهذا الطين .

أما طين الفرميكيولايت Vermiculite وهو عبارة عن طين ٢ : ١ يشبه في تركيبه طين الايلايت إلا أنه بدلاً من البوتاسيوم توجد بين الوحدات البلاورية طبقات من جزيئات الماء تقدر بسمك جزيئين فقط يشكلان صفيحة واحدة . وهذا الماء يمكن أن يخرج عند تسخين الطين على درجة ٥٠٠°م ولكنه يعود فيرسب ثانية بعد ذلك نظراً لقابلية الطين للتأدرت ، أما إذا سخن الماء على درجة ٧٠٠°م فان الطين يفقد قابليته للتأدرت عند هذه الدرجة .

كذلك قد تحوي الاراضي بعض الاكاسيد المتأدرتة من الحديد والالومنيوم في صورة غروية ، وهذه واسعة الانتشار في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية وكذلك في أراضي البودسول . أو تكون كربونات كالسيوم في صورة غروية وتسمى كالسيت وتنتشر في المناطق شبة الجافة والجافة . كما قد توجد السليكا المنفردة في صورة ألفا ـ كوارتز أو بيتا كوارتز .

تعيين أنواع معادن الطين :

لتعيين أنواع معادن الطين تتبع عدة طرق ، وكلها مكملة لبعضها البعض ، إذ لا تكفي طريقة واحدة للحكم على نوع معدن الطين . وتتلخص طرق معرفة الطين بالتالي :

١ ـ التحليل الكيميائي للغضار : وذلك بواسطة التحليل الانصهاري Fusion باستعمال كربونات الصوديوم داخل بوتقة البلاتين حيث ترفع الحرارة الى ٩٠٠°م وهي كافية لصهر الطين ويجري تقدير مكونات الطين من السليكا والالومينا والحديد والقواعد الارضية وذلك في صورة أكاسيد . ثم تحسب نسبة السليكا للألومنيا ، والسليكا للاكاسيد السداسية ، فان كانت النسبة منخفضة أي قريبة من الواحد

دل على احتمال وجود الكاؤولينيت ، وان كانت النسبة أكبر من ٢ دل على وجود معـــدن طين نوع (٢ : ١) . إلا أنه يلاحظ أن معدن الطين المفصول للتحليل الانصهاري والذي قطره أقل من ٢ ميكرون ربما يحتوي بعض أكاسيد الحديد والالومنيوم في صورة منفردة ، أو بعض السليكا المفردة وعند الحساب تعطي نتائج للسليكا والالومنيا مضللة .

وتوجد هناك طرق كيميائية معينة للتخلص من أكاسيد الحديد الحرة قبل البدء بتحديد نوع معدن الطين ، أما السليـكا المفردة فيجري تحـــديدها أثناء فحص الطين بالأشعة السينية أو التصـــوير بالمجهر الالكتروني .

٢ ـ استخدام الأشعة السينية X-Rays وقياس أسطح وأبعاد الطبقات : وفيها تعرض عينة الطين المراد فحصها الى أشعة س لمدد مختلفة من الزمن ، فتنعكس الاشعة الساقطة على أسطح بللورات الطـين بزوايا معينة ، وتصطدم هذه الاشعة المنعكسة من أسطح الطين بفيلم حساس موضوع بعيداً عن العينة ـ وتكون أماكن اصطدام هذه الاشعة المنعكسة بالفيلم ثابتة طوال مدة التعريض للاشعة السينية ، ويكون البعد بين الاماكن التي توضحها الاشعة المنعكسة ثابتة لـكل نوع من الطين ويتوقف ذلك على عدد ونوع الصفائح المكونة للوحدة البللورية وبالتالي على سمك الوحدة البللورية ، وتكون زاوية الانعكاس بمـا يتلاءم مع سمك الصفائح حيث تقاس وفقاً لقانون براج Bragg وهو :

$$2\, d \sin \theta = n\, \lambda$$

حيث أن :

n = عدد ثابت

λ = طول أشعة س المستخدمة

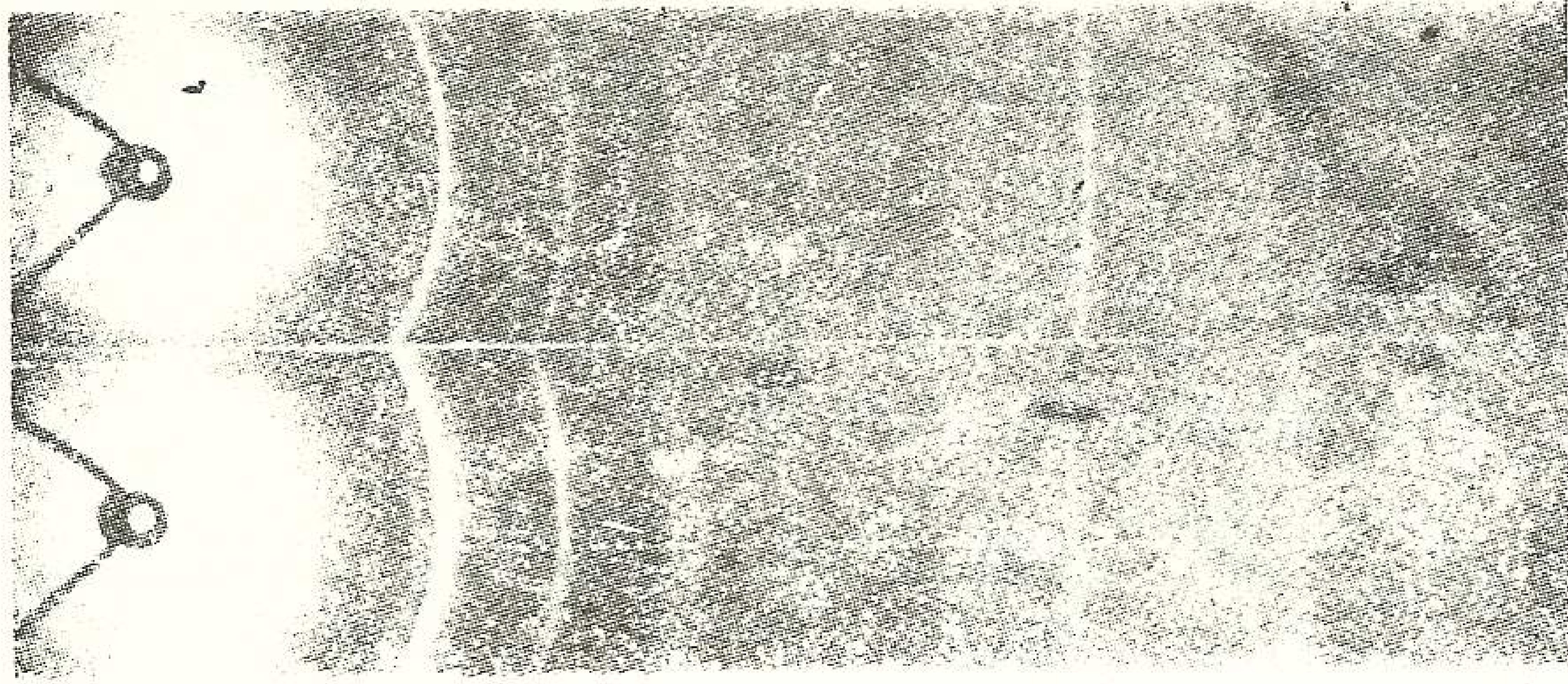
d = سمك الطبقة الواحدة في الصفيحة البللورية

θ = زاوية الانعكاس

وعند سقوط الاشعة المنعكسة على الفيلم الحساس الموضوع تترك أثراً ثابتاً يحـــدد موقعه بسمك الطبقات المختلفة في الوحدة البللورية .

وبعد اخراج الفيلم وتحميضه (إظهاره) تقاس المسافات بين الخطوط المختلفة المتكونة ، وتقارن المسافات بين الخطوط الناتجة بجداول خاصة لـكل مجموعة من مجاميـع الطين ، وبالتالي يمكن تحـديد نوع معدن الطين .

ويبين الشكل (٣٥) فيلمان لطين المونتموريللونيت المأخوذان عند تعريض الطين للاشعة السينية كما يبين الجدول (١٦) المسافات بين الخطوط مع شدة الضوء لأنواع الطين الثلاثة .



شكل (٣٥)
فيلمان مأخوذان لطين المونتموريللونايت بطريقة الاشعة السينية

جدول (١٦) المسافات وشدة الضوء لأنواع طين كاؤولينت ،
مونتموريللونيت ، ايلايت

الكاؤولينيت		مونتموريللونيت		إيلايت	
d	قوة الضوء	d	قوة الضوء	d	قوة الضوء
٧٫١٥	قوي جداً	٩٫٦	قوي	٩٫٩٨	قوي
٣٫٥٧	قوي جداً	٥٫٠٦	متوسط	٤٫٤٧	قوي
٢٫٥٥	قوي	٤٫٤٦	قوي جداً	٣٫٣١	متوسط
٢٫٤٨	قوي	٢٫٥٥	قوي	٢٫٨٤	ضعيف جداً
				٢٫٥٦	قوي
٢٫٣٧	متوسط	٢٫٢٢	ضعيف جداً	٢٫٣٨	متوسط
٢٫٣٣	قوي جداً	١٫٦٩	متوسط	٢٫٢٤	متوسط
٢٫٢٨	قوي	١٫٤٩	قوي جداً	١٫٩٨	متوسط
١٫٩٩	متوسط	١٫٢٩	متوسط	١٫٦٤	متوسط
١٫٦٦	قوي	١٫٢٤	ضعيف	١٫٥٠	قوي
١٫٤٩	قوي	٠٫٩٧	ضعيف	١٫٢٩	متوسط

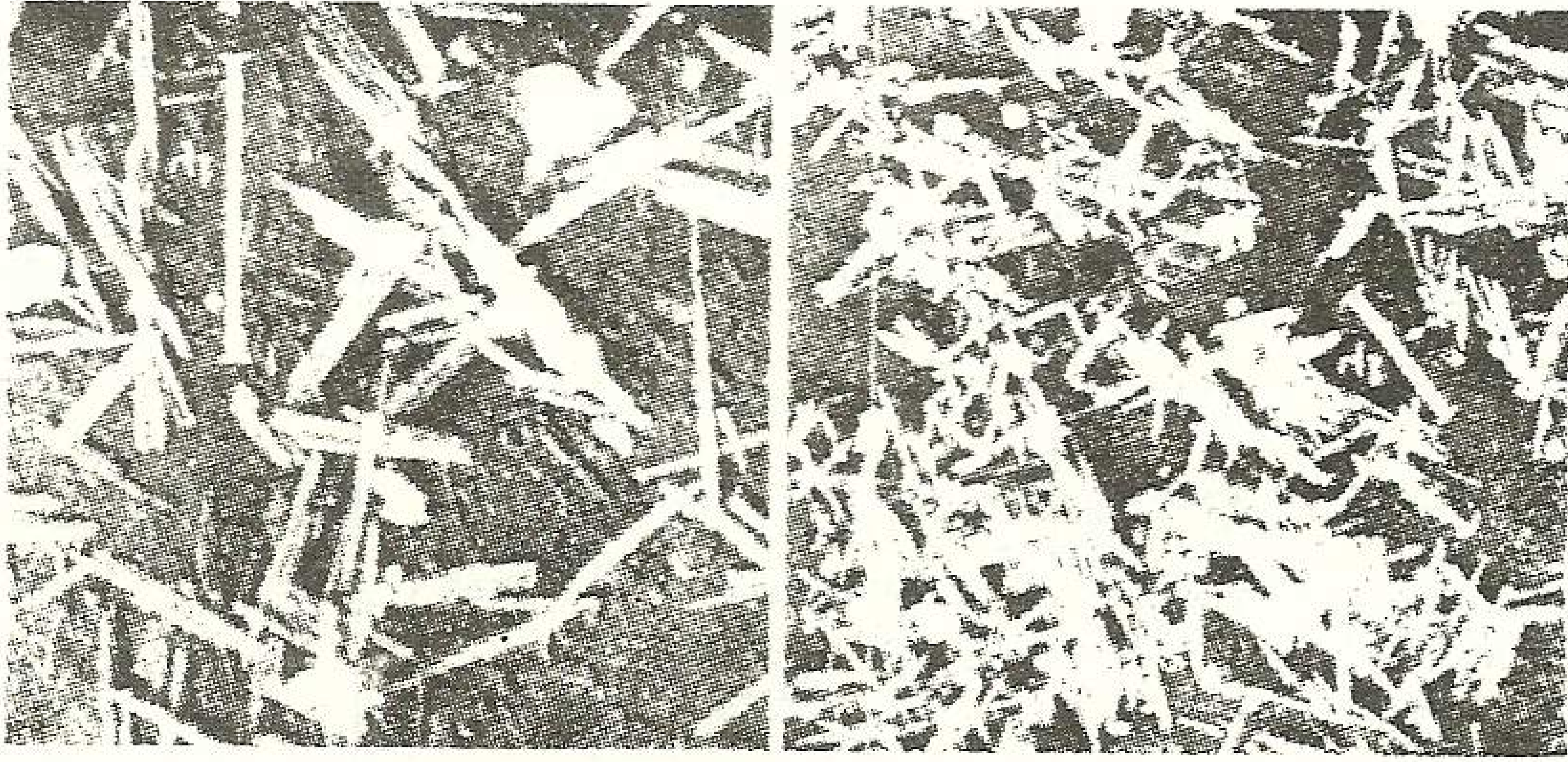
ولقد استعمل المؤلف الاشعة السينية في تقديره لأنواع الطين للطبقات السطحية المأخوذة من مناطق الجزيرة (شمال الحسكة) ، واريزونة على طريق طرطوس - حمص ، وحلالين قرب مصياف ، ووجد انها تتكون من :

آ - في منطقة الجزيرة : مونتموريللونايت ، ألفا - كوارتز ، كالسيت ، أكاسيد حديد حرة - بعض الاتابولجيت .

ب - في منطقة اريزونة - مونتوريللونايت (سائد) ، قليل من ألفـا - كوارتز ، أكاسيد حديد حرة .

ج - قرية حلالين : مونتموريللونايت ، ألفـا - كوارتز ، كاؤولينيت ، أكاسيد حـديد حرة ، كالسيت .

٣ - استخدام المجهر الالكتروني في تصوير معادن الطين ، ومعرفة أبعاد واشكال بللورات معادن الطين المختلفة . ويمكن بها الجهاز الحصول على صور مكبرة ٣٠٠٠ - ١٥٠٠٠ مرة ، ويمكن تكبير الصور المأخوذة من ٣ - ٥ مرات ، ويبدو طين الكاؤولينت كحبيبات سداسية الشكل محدودة الحواف تامة التكوين ؛ بينما يبدو الايلايت كقشور متحدة في مجاميع غير منتظمة وهي اصغر حجماً من الكاؤولينيت أما الموتموريللونيت فليس له شكل محدد خاص ، ولذلك تبدو في الصورة كالقطن المندوف - بينما يبدو الاتابولجيت إبري الشكل - شكل (٣٦) .



شكل (٣٦)

طين الاتابولجيت مأخوذ من البادية السورية الى اليمين - بين تدمر والبوكمال - الى اليسار بين تدمر وفرقلس

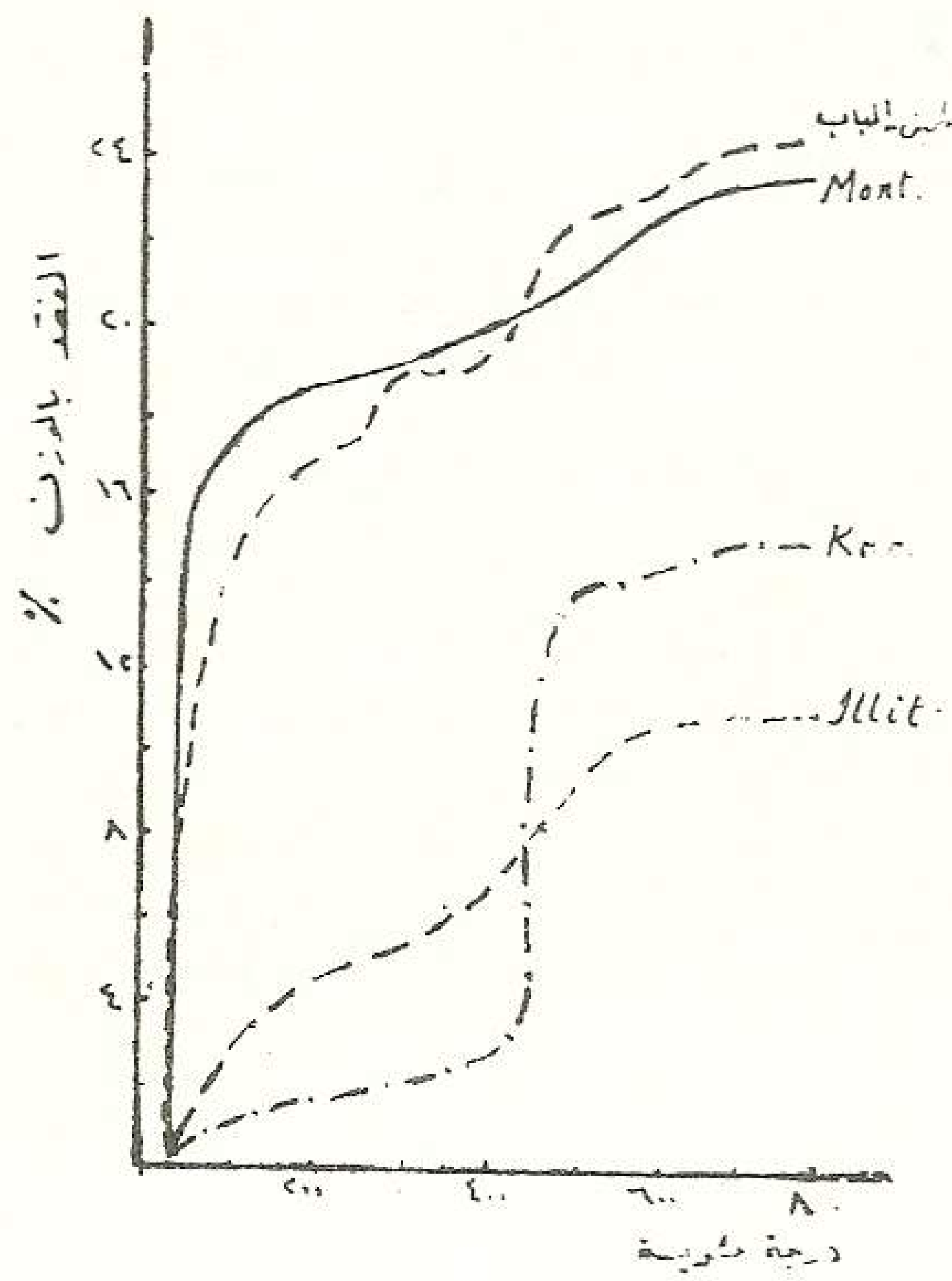
٤ ـ تقدير السعة التبادلية لمعدن الطين Cation Exchange Capacity : وذلك بمعاملة الطين بمحلول اساسي من خلات الامونيوم ثم تقدير كمية الامونيوم بالمليمكافيء لكل ١٠٠ غ طين التي تبادلت على معدن الطين . ولقد وجد ان قدرة معادن الطين على تبادل الكاتيونات تختلف كثيراً تبعاً لمقدار الشحنة السالبة التي يحملها الطين . ويمكن توضيح قدرة الطين على التبادل بالتالي :

الكاؤولينيت	٣ ـ ١٠ ملليمكافيء/١٠٠غ طين			
المونتموريللونيت	٨٠ ـ ١٥٠	″	″	″
الايلايت	٢٠ ـ ٤٠ ـ ٦٠	″	″	″
كلورايت	١٠ ـ ٤٠	″	″	″
فيرميكيولايت	١٠٠ ـ ١٥٠	″	″	″

ولقدقدر المؤلف السعة التبادلية لعينات طين مأخوذة من مناطق مارع قرب اعزاز ، قباسين قرب الباب ، وتل حاجب في جبل الحص جنوبي حلب ، وقرب الجبول ، فوجد أنها تبلغ على الترتيب : ٧١٫٧ ، ٦٦٫٣ ، ٧٣٫١ ، ٧١٫٤ ملليمكافيء/١٠٠غ طين ، مما دل بالاضافةالىغيرها من طرق التقدير أن الطين السائد في هذه المناطق هو من مجموعة المونتموريللونيت .

٥ ـ منحنيات التجفيف Dehydration curves : ويمكن الحصول عليها بعد تعريض معدن الطين الى درجات حرارة مختلفة تتراوح من ٥٠ ـ ١٠٠ ـ ١٥٠ وهكذا حتى ٩٠٠°م بمعدل ساعتين لكل درجة ، فينطلق الماء من الطين وتقدر النسبة المئوية للفقد بالوزن نتيجة التسخين على درجات مختلفة . ويمكن رسم منحنيات التجفيف Dehydration curves لكل نوع من معادن الطين بحيث تمثل الحرارة على المحور الافقي ، والفقد بالوزن على المحور الرأسي ، شكل (٣٧) . ومن مقارنة منحنى الطين تحت الدراسة مع المنحنيات الثابتة لأنواع معادن الطين يمكن الاستدلال على نوع معدن الطين المدروس . وواضح من الشكل ان طين المونتموريللونيت يفقد كمية كبيرة من مائه في درجات الحرارة المنخفضة (أقل من ١٠٠°م) ثم يستمر في الفقد التدريجي . أما الكاؤولينيت فان الفقد الرئيسي لمائه يكون بين ٤٥٠ ـ ٥٥٠°م ، ويسلك الايلايت سلوكاً متوسطاً بين النوعين السابقين . وعند رسم منحنيات التجفيف لعينات طين المناطق : مارع ، الباب ، تل حاجب ، الجبول ، وجد المؤلف انها تسلك سلوك منحنيات مجموعة المونتموريللونايت .

٦ ـ التحليل الحراري التفاضلي Defferential thermal analysis : ويتم القياس بهذه الطريقة بوضع العينة المراد اختبارها بجانب مادة المقارنة . على قاعدة من النيكل بها حفرتين ، احداها لوضع مادة المقارنة ، والأخرى لوضع عينة الطين . ومادة المقارنة تكون عادة مادة خاملة حرارياً Inert Materials مثل الالومينا المحترقة . ثم توضع القاعدة بالفرن وترفع الحرارة تدريجياً حتى ١٠٠٠°م بمعدل ٢٠°م بالدقيقة.



شكل (٣٧)

منحنيات التجفيف لمعدن طين المونتموريللونيت

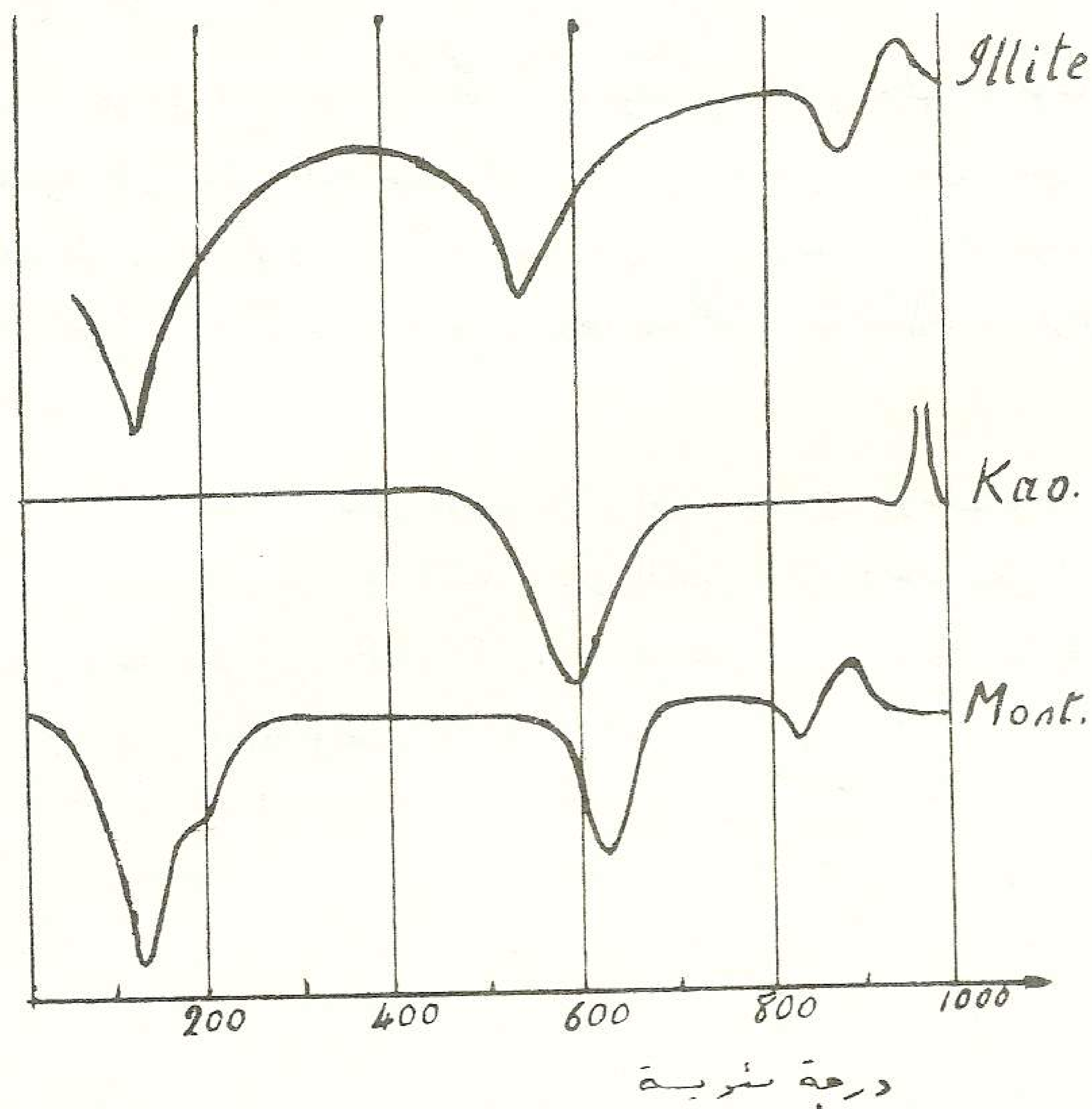
والكاؤولينيت وطين من منطقة الباب (زين العابدين)

فترتفع درجة حرارة مادة المقارنة بانتظام ، بينما ترتفع درجة حرارة الطـــين بدرجات متفاوتة ، وهذه الطريقة لا تقيس درجة حرارة الطين وإنما تقيس التغير الحراري للعينة بالنسبة لمـادة المقارنة . والذي يحدث ، نوعان من التغير الحراري : الأول تغير حراري ناشر للحرارة Exothermic reaction ويحدث نتيجة لتكوين صور واشكال جديدة من الاكاسيد ويحدث ذلك في الحرارة المرتفعة ، او يحدث نتيجـة احتراق المادة العضوية مثلا اذا لم يتخلص منها مسبقاً . ويرافق ذلك إطلاق حرارة .

والآخر ـ تغير حراري ماص للحرارة Endothermic reaction ويحدث نتيجة فقد الطين للمـاء سواء الممتص أو الداخل في التركيب البللوري للطين ، ويرافق ذلك انخفاض الحرارة نتيجـــة الحاجة لها للتبخير .

أما إذا لم يكن هناك اي تفاعل حراري ماص او ناشر فان حرارة مادة المقارنة تنطبق على حرارة الطين . والمادة ان يقوم المؤشر بتسجيل ذلك آلياً . ولقد وضعت لـكل نوع من معادن الطين رسومـاً بيانية خاصة به توضح درجات الحرارة التي تحدث عندها التغيرات الحرارية كما في شكل (٣٨) .

وواضح من هذه الطريقة انها تشابه تقريباً منحنيات التجفيف من حيث فقد الماء ، ولكن بدلاً من قياس وزن الماء المفقود يقاس الاختلاف في درجة الحرارة ، بين الطين ومادة المقارنة ، الناشىء عن تبخير الماء عند التسخين في الدرجات المختلفة .



شكل (٣٨)
منحنيات التحليل الحراري التفاضلي لمعدن الطين

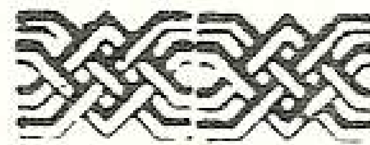
الطين في الاراضي :

في العادة لايوجد معدن واحد يشكل مجموع طين ارض معينة ، بل يتكون الطين في الاراضي من عدة معادن غروية مختلفة . وفي الارض الواحدة قد يتغير مخلوط الطين من أفق الى أفق آخر ، إذ أن نوع الطين الناتج عن التطور ، لا يتوقف على الاختلافات المناخية وظروف القطاع فقط ، بل يتوقف على طبيعة مادة الاصل ايضاً ، وفي الاراضي السورية ، لم تجر بعد تحليلات كثيرة لتقدير انواع الطين في المناطق المختلفة ، فلقد وجد Muir ان الاراضي الصحراوية تحوي نسبة عالية من الاتابولجيت

مع بعض الكاؤولينيت وما يشبه الايلايت . بينما وجد في المناطق نصف الجافة سيادة الايلايت والكاووارايت مع بعض الاتابولجيت والكاؤولينيت والالفا ـ كوارتز ، ولكنه لم يجد أكاسيد حديد حرة . بينما وجد في المناطق شبه الرطبة ما يشبه الكاؤولينيت مع جوثيت . اما في المناطق الرطبة فاقد وجد سيادة المونتموريللونيت مع بعض الجوثيت .

ولقد قدرت حمزاوي نوع الطين في عينات مأخوذة من اراضي الجمهورية فوجدت في عينة من منطقة اللاذقية وجود الدولوميت والكالسيت والفا ـ كوارتز ، وجوثيت . وفي عينتين من الغوطة بدمشق وجدت في واحدة منها : الفا كوارتز ـ كاؤولينيت ، وطين يتكون من طبقة مونتموريللونيت واخرى إيلايت . وفي العينة الاخرى وجدت : دولوميت ، كالسيت ، الفا ـ كوارتز ، كاؤولينيت ، أتابولجيت ، وإيلايت .

ولقد وجد المؤلف سيادة المونتموريللونيت في اراضي حوران وحلب والجزيرة وبعض المناطق الساحلية ، وكذلك سيادة الاتابولجيت في البادية ، وفي المناطق الرطبة توجد بعض أكاسيد الحديد الحرة ، بينما في بقية المناطق يوجد بعض من ألفا ـ كوارتز الناتج عن انفراد السليكا وبقائها في صورة حرة . كما يوجد الكالسيت في المناطق الجافة ونصف الجافة .



الفصل الثاني

تبادل الكاتيونات في الاراضي

مقدمــــة :

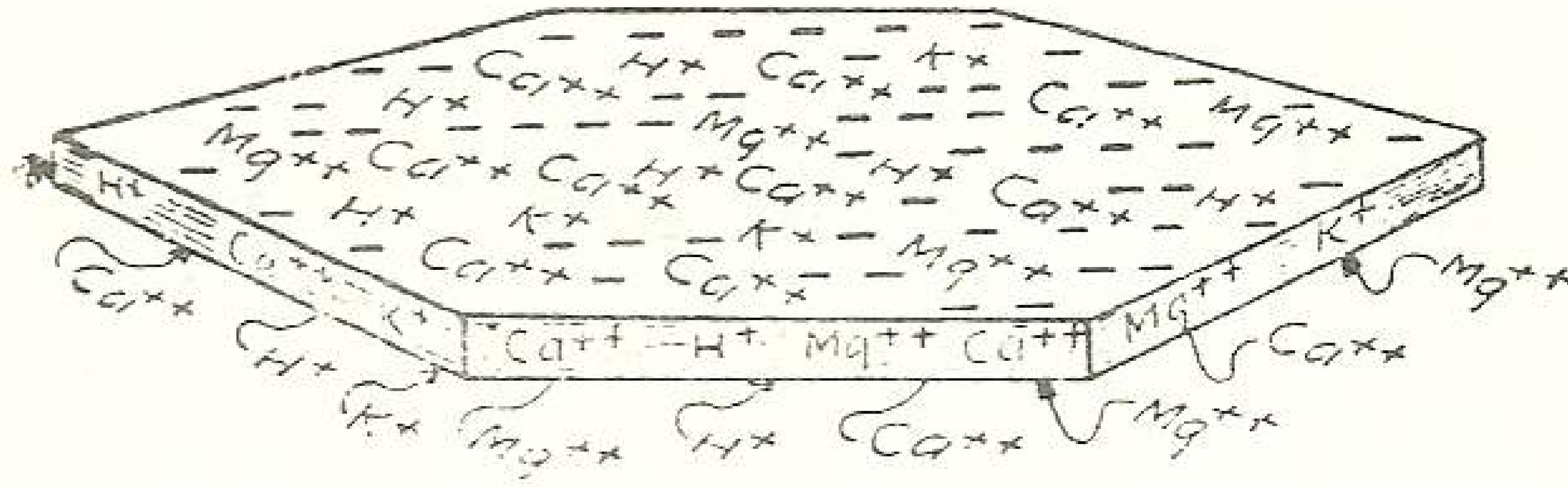
تحمل حبيبات الطين شحنات كهربائية سالبة ، تبعاً لطبيعة تركيبها الجزيئي ولذلك نجدها تعمــل كشق حامضي بسيط مثل الكلور والكبريتات . حيث تتجه ، إذا مرر في الوسط تيار كهربائي ، نحو القطب الموجب . أي انها تسلك سلوك الايونات السالبة Anions . ولـكي يـتم التوازن الكهربي تجذب حبيبة الطين حولها مجموعة من الايونات الموجبة Gations ؛ حيث يكون جزء من هذه الايونات الموجبة قابل للتبادل مع غيرها . ويصحب سرب الـكاتيونات المنتشرة حول النواة كمية غير ثابتة من جزيئات الماء. وتمثل الطبقة الداخلية وهي الشحنات الكهربائية السالبة جزءاً من جدار حبيبة الطين الغروي التي تسمى للسهولة النـواة Nucleous أو مايسيل Micele أو Acidoid . بينما تتكون الطبقة الخارجية من شحنات موجبة تنتشر حول المايسيل على شكل سحب ، وهي تبعد عن الشحنات السالبة بمسافات تساوي أبعـاد الجزيء . وهذه الطبقة الخارجية ، يمكـن أن تشغلها ايونات موجبة التكهرب من البوتاسيوم والصوديوم والـكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها ، كالحديد والألومنيوم . . الخ .

ويطلق البعض على حبيبة الطين سالبة الشحنة وعلى ما تمتصه من كاتيونات ، اسم كهربائية ذات طبقتين مختلفتين في الشحنة Electrical Double Layer ويبين الشكل (٣٩) رسماً توضيحياً لحبيبة طين شغل سطحها بالـكاتيونات .

وترجع الشحنات السالبة الموجودة في معدن الطين الى ثلاثة عوامل :

١ ـ الاحلال التماثلي Isomorphous substitution في البناء البللوري : حيث ذكر سابقاً أن

في جميع أنواع الطين يمكن للالومنيوم أن يحل محل السيليكون في الصفيحة الرباعية ، كما يمكن للمغنيسيوم والحديدوز وغيرها من الكاتيونات أن تحل محل الألومنيوم في الصفيحة الثمانية ، وينشأ عن ذلك اختلال في توازن الشحنات ، حيث تزيد الشحنات السالبة الموجودة في البناء البلوري لمعدن الطين. وإلى هذا يرجع السبب الرئيسي لوجود الشحنات السالبة في حبيبة الطين . والاحلال التماثلي يكون في معدن طين المونتموريللونيت أكثر وضوحاً مما في بقية الانواع .



شكل (٣٩)

شكل توضيحي لبلورة طين (مايسيل) وحولها الكاتيونات

٢ ـ الايدروجين المعرض في مجاميع الايدروكسيل : حيث قد يحل محل الايدروجين المعرض في مجاميع الايدروكسيل (OH) الداخلة في البناء البلوري أي كاتيون آخر ، ويمكن لهذا الكاتيون الذي تبادل مع الايدروجين أن يتبادل مع أي كاتيون آخر .

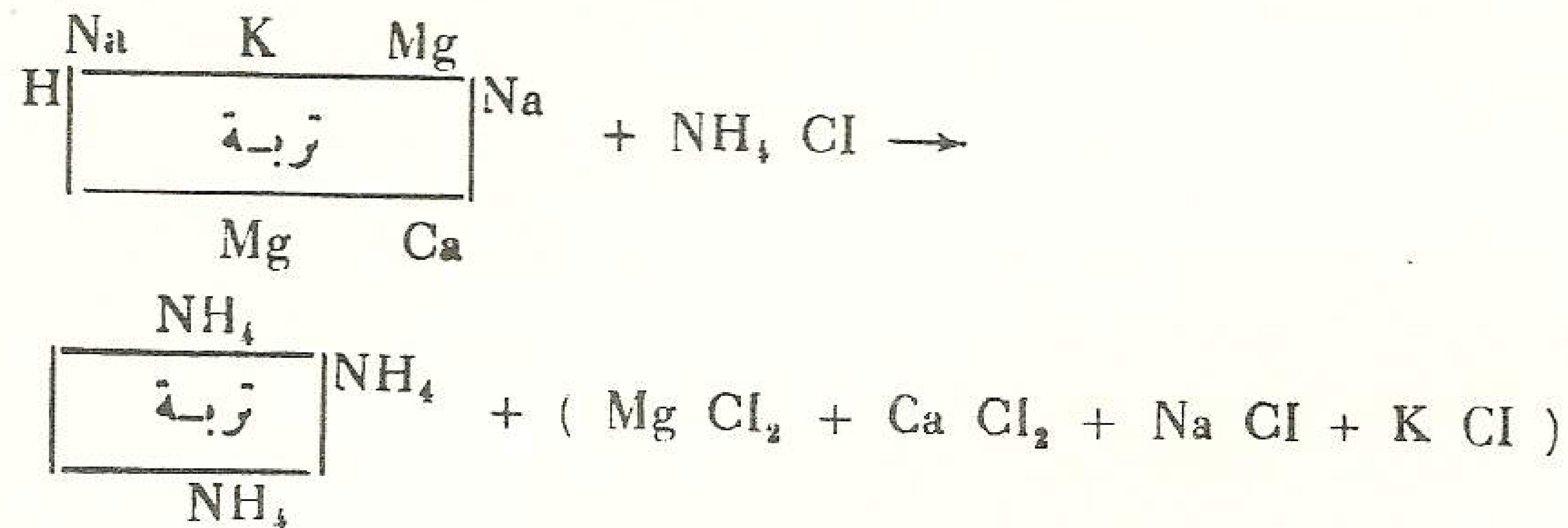
٣ ـ الروابط المكسرة Broken Bonds الخارجية : وتنشأ نتيجة احتكاك حبيبة الطين مع ما يجاورها من مواد صلبة أن تتكسر حواف معدن الطين وبالتالي تفقد بعض الكاتيونات وتصبح كمية الشحنة السالبة أكبر حيث تؤدي الى عدم توازن الشحنات مما ينتج عنه امتصاص الكاتيونات . وهذا هو السبب الرئيسي في القدرة التبادلية لمعدن الكاؤولينيت .

تبادل الكاتيونات Cation Exchange :

تعتبر عملية تبادل الكاتيونات في الارض من أهم التفاعلات التي تحدث في التربة ، فلو أضفنا الى كمية معينة من التربة محلولاً متعادلاً من كلوريد الامونيوم أو خلات الامونيوم بتركيز معين ، ثم مزجناهما سوية بواسطة جهاز الرج ، ورشحنا ، وغسلنا التربة بسائل غير قطبي كالبنزين وذلك للحصول على جميع الراشح ، الذي احتفظت به التربة ، ثم اختبرنا الراشح لما يحويه . لوجدنا أن هذا الراشح يختلف في

تركيبه الكيميائي عن المحلول المضاف . وعند مقارنة كمية كاتيون الامونيوم الموجودة أصلا في المحلول المضاف بكمية كاتيون الامونيوم الموجودة في المترشح ، نجد أنها نقصت في المترشح بمقدار يكافيء (على أساس الاوزان المكافئة) كاتيونات جديدة ظهرت فيه لم تكن موجودة أصلا في المحلول المضاف .

واذا حللنا التربة نجد ان كمية الامونيوم التي امتصتها التربة تكافيء كمية الامونيوم التي نقصت في المترشح عن المحلول المضاف . والمعادلة التالية توضح ذلك :



ويطلق على هذه المعادلة اسم تبادل الكاتيونات . وفي العادة تكون تفاعلات تبادل الكاتيونات عكسية ، إلا أنه في المعادلة السابقة يسير التفاعل في اتجاه واحد نظراً لزيادة تركيز كلوريد الامونيوم . ويمكن التعبير عن الكلام السابق بالمعادلة :

NH_4 في المحلول الاصلي — NH_4 في المترشح = NH_4 في التربة = الكاتيونات المتبادلة .

ولقد أمكن نتيجة للتجربة السابقة الوصول الى الاستنتاجات التالية :

١ ـ ان كاتيون الامونيوم في المحلول المضاف يحل محل كمية مكافئة من الكاتيونات الموجودة في مركب الامتصاص ، وتظهر هذه الكاتيونات الجديدة في المحلول الراشح ويطلق عليها اسم الكاتيونات المزالة Displaced من التربة ، كما تسمى بالكاتيونات المتبادلة Exchangeable Cations .

٢ ـ تعرف هذه الظاهرة بتبادل الكاتيونات ، وتعرف بأنها العملية التي تتبادل فيها كاتيونات مركب الامتصاص بكاتيونات محلول التربة في الوسط المعلق .

٣ ـ ان عملية تبادل الكاتيونات تحدث بسرعة كبيرة جداً ، وهي تفاعل سطحي وعكسي ايضاً.

٤ ـ يعبر عن مجموع الكاتيونات القابلة للتبادل اسم سعة تبادل الكاتيونات في التربة Cation Exchange Capacity . وتقاس سعة التبادل للارض بعدد المليمكافئات من الكاتيونات القابلة للتبادل في ١٠٠غ تربة .

وتختلف الاراضي في قدرتها على تبادل الكاتيونات ، إذ تتوقف قدرة الارض على التبادل على العوامل التالية :

١ ـ نسبة الطين في الارض : إذ كلما زادت نسبة الطين كلما زادت قدرة الارض على التبادل ، لأن الطين هو الذى يقوم بهذه العملية ، وعلى ذلك فقدرة التبادل للارض الطينية أعلى منها في الطميية ، وهذه أعلى منها في الرملية ، وتكون سعة التبادل بسيطة جداً في الاراضي الرملية ، بينما تصل حتى ٥٠ ملليميكافيء / ١٠٠ غ تربة كحد أقصى في الاراضي الطينية الثقيلة ، أو الغنية بالمواد العضوية .

٢ ـ نوع معدن الطين في التربة : فالسعة التبادلية لطين المونتموريلونيت من ٨٠ ـ ١٥٠ ملليمكافيء . وللكاؤولينيت ٣ ـ ١٠ ملليمكافيء وللايلايت من ٣٠ ـ ٤٠ ـ ٦٠ ملليمكافيء .

٣ ـ كمية الدبال في الاراضي : وجد أن نسبة التبادل للغرويات المعدنية أقل من سعة التبادل في الغرويات العضوية إذا ما قورنت على أساس وزن متساو من كليهما . فبينما تتراوح سعة التبادل للغرويات المعدنية من ٣ ـ ١٥٠ ملليمكافيء / ١٠٠ غ معدن ، تبلغ هذه الكمية ٢٥٠ ـ ٤٥٠ ملليمكافيء ١٠٠ غ دبال .

درجة تشبع الارض بالقواعد :

إذا كانت سعة التبادل في الارض كلها مشغولة بالقواعد الارضية ، فتسمى الارض عند ذلك مشبعة بالقواعد Base saturated كما في حالة أراضي المناطق الجافة ، اما في المناطق الرطبة فنجد أن بعض القواعد المتبادلة يحل محلها الايدروجين ، وفي هذه الحالة تكون الارض غير مشبعة بالقواعد Base unsaturated ، وتكون :

سعة التبادل = كمية القواعد المتبادلة + كمية الايدروجين المتبادل .

ودرجة تشبع الارض بالقواعد تقدر بالمعادلة :

$$\text{درجة التشبع بالقواعد} = \frac{\text{كمية القواعد المتبادلة (بالملليمكافيء)}}{\text{الكمية الكلية للكاتيونات المتبادلة (بالملليمكافيء)}} \times ١٠٠$$

وتقدر سعة التبادل للارض بمعاملة وزن معين منها بمحلول خلات الامونيوم حيث يتشبع مركب الامتصاص بالامونيوم ثم تغسل التربة بمحلول غير قطبي (ولا تغسل بالماء حتى لا يحدث تحلل مائي Hydrolysis) ثم تقطر التربة لاستخلاص الامونيوم ومن ثم تقديره .

أما لتقدير القواعد المتبادلة في الارض فيعامل وزن معلوم من الارض ١٠٠ غ مثلا بمحلول كلوريد الامونيوم ، ثم تقدر كميات القواعد في المترشح أي كميات الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. فاذا فرض على سبيل المثال أن مقدار الكالسيوم كان ٠٫٩٢٠غ والمغنيسيوم ٠٫١٠٨ غ والبوتاسيوم ٠٫٠٧٨غ والصوديوم ٠٫٠٢٣ غ . تقدر كمية الملليمكافئات للقواعد الاربعة بقسمة الوزن الناتج لكل منها على وزنه المكافيء ثم يضرب الناتج بـ /١٠٠ .

وتكون النتيجة كالتالي :

$$\text{الكالسيوم المتبادل} = \frac{٠٫٠٩٢٠}{٢٠} \times ١٠٠٠ = ٤٦ \text{ ملليمكافيء}$$

$$\text{المغنيسيوم المتبادل} = \frac{٠٫٠١٠٨}{١٢} \times ١٠٠٠ = ٩ \text{ «}$$

$$\text{البوتاسيوم المتبادل} = \frac{٠٫٠٠٧٨}{٣٩} \times ١٠٠٠ = ٢ \text{ «}$$

$$\text{الصوديوم المتبادل} = \frac{٠٫٠٠٢٣}{٢٣} \times ١٠٠٠ = ١ \text{ «}$$

ويكون مجموع الكاتيونات المتبادلة = ٥٨ ميلليمكافيء .

فان كانت سعة التبادل للارض تساوي مجموع القواعد المتبادلة لها كانت الارض مشبعة بالقواعد ، وان كانت سعة التبادل أكبر من مجموع القواعد المتبادلة كانت الارض غير مشبعة بالقواعد .

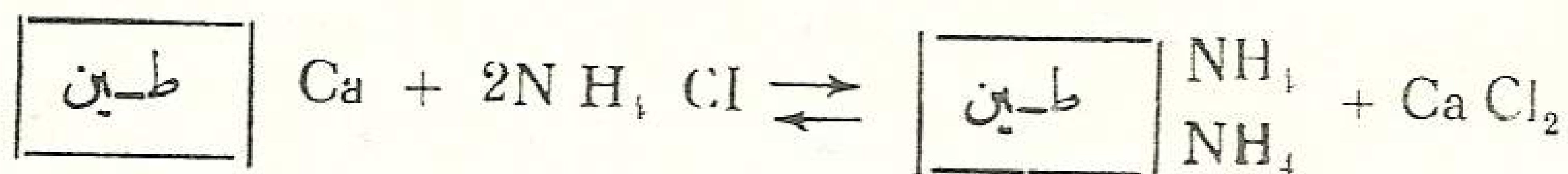
ولقد وجد أن الكالسيوم يشغل في الاراضي العادية ٨٠٪ من سعة التبادل لها و والمغنيسيوم ٥ - ١٥٪ ، بينما يشغل البوتاسيوم والصوديوم الباقي .

وفي الاراضي الجيرية يصعب تقدير كمية الكالسيوم والمغنيسيوم المتبادلة نظراً لوجود كربونات الكالسيوم أو المغنيسيوم والتي يذوب منها باستمرار فتزيد من كمية الكالسيوم والمغنيسيوم المتبادلين المقدرين ، ولذلك تجرى عملية تقدير الكاتيونات المتبادلة في الاراضي الجيرية بتقدير الصوديوم والبوتاسيوم المتبادلين ، حيث تطرح كميتهما من السعة الكلية للتبادل ، ويجري تقدير السعة الكلية باشباع الطين بالصوديوم عن طريق الاضافات المتتالية من خلات الصوديوم ، ثم إحلال الامونيوم محل الصوديوم المتبادل باستعمال اضافات متتالية من خلات الامونيوم ، حيث يجمع السائل ويجري تقدير الصوديوم فيه .

العوامل التي يتوقف عليها تبادل الكاتيونات :

تتوقف قدرة أي كاتيون على الاحلال محل كاتيون آخر في الارض على العوامل الآتية :

١ - درجة تركيز محاليل الكاتيونات المضافة : وجد أنه كلما زادت كمية الكاتيونات المضافة تركيزاً كلما زاد عدد الكاتيونات الخارجة من الارض . ويرجع هذا أساساً لقانون فعل الكتلة .



$$\boxed{\text{طين}}\,Ca + 2NH_4Cl \rightleftarrows \boxed{\text{طين}}\begin{matrix}NH_4\\NH_4\end{matrix} + CaCl_2$$

٢ ـ قدرة الكاتيون على التبادل : تزداد قدرة الكاتيون على الدخول في مركب الامتصاص كلما كانت قوة ادمصاصه أكبر وبالتالي تزداد قدرته على التبادل . ولقد وجد أن قوة ادمصاص الكاتيون تتوقف على :

آ ـ حجم الكاتيون . ب ـ درجة تأدرته . ج ـ وزنه الذري .

وجد أن قدرة الكاتيون على الدخول في مركب الامتصاص تزداد بزيادة وزنه الذري ما دام التكافؤ متساوياً . ففي الكاتيونات الاحادية تزداد كمية الكاتيونات الممتصة بالترتيب الآتي :

الكاتيون : ليثيوم < صوديوم < بوتاسيوم < روبيديوم < سيزيوم .

وزنه النوعي : ٧ ٢٣ ٣٩ ٨٥ ١٣٣ .

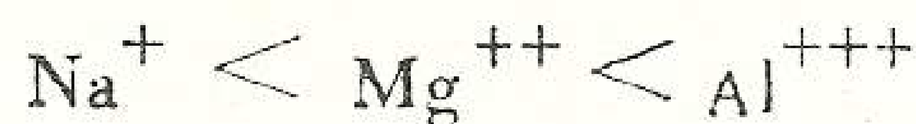
أما الكاتيونات الثنائية : مغنيسيوم (٢٤) < كالسيوم (٤٠) < باريوم (١٣٧) .

وفي الكاتيونات الثلاثية : الومينيوم (٢٧) < حديد (٥٦) .

وقد وجد بدراسة درجة تأدرت الكاتيونات النسبية ، أي سمك الغشاء المائي الموجود حول كل كاتيون الى نصف قطر الكاتيون ، ان السمك النسبي لليثيوم ١٢٠ والصوديوم ٦٦ وللبوتاسيوم ١٧ . ومعنى هذا أن سمك الغشاء المائي الكبير يقلل سرعة حركة الكاتيون ، وبذلك لا يستطيع الاقتراب من النواة بل يبقى بعيداً عنها . ومن ثم كان دخول الليثيوم مثلا الى مركب الامتصاص أصعب من دخول الصوديوم ، وهذا أصعب من البوتاسيوم وأما القدرة على خروج الكاتيونات من مركب الامتصاص فتكون بعكس القدرة على الدخول فيه . فخروج البوتاسيوم أصعب من الصوديوم ، وهذا أصعب من الليثيوم . ولذلك نجد قلة انتشار الصوديوم في مركب الامتصاص للاراضي الواقعة في المناخ الرطب ، بينما يكون الكالسيوم أكثر انتشاراً .

وينطبق هذا الكلام ايضاً على كل من الكاتيونات ثنائية وثلاثية التكافؤ .

٣ ـ التكافؤ : وجود انه كلما زاد عدد الشحنات الكهربائية على الكاتيون كلما كان أقدر على الدخول في مركب الامتصاص . فالكاتيونات الاحادية التكافؤ أقل قدرة من الثنائية ، وهذه أقل من الثلاثية :



$$Na^{+} < Mg^{++} < Al^{+++}$$

٤ ـ نوع الانيون المرافق : بعض الانيونات تساعد على دخول الكاتيونات في مركب الامتصاص اكثر من البعض الآخر ، فأنيونات الكبريتات والفوسفات تساعد أكثر من الكلوريد والبروميد . ويفسر ذلك بأن درجة تأدرت الكاتيونات مع الكبريتات والفوسفات تكون أقل من درجتها مع الكلوريد والبروميد ، وبذلك يسهل دخولها في مركب الامتصاص .

وللايدروجين وضعاً شاذاً عن القواعد الخمسة السابقة ، فالبرغم من أنه أحادي التكافيء ، كبير التأدرت ، ووزنه الذري صغير جداً ، إلا انه أقدر على التبادل من باقي الكاتيونات .

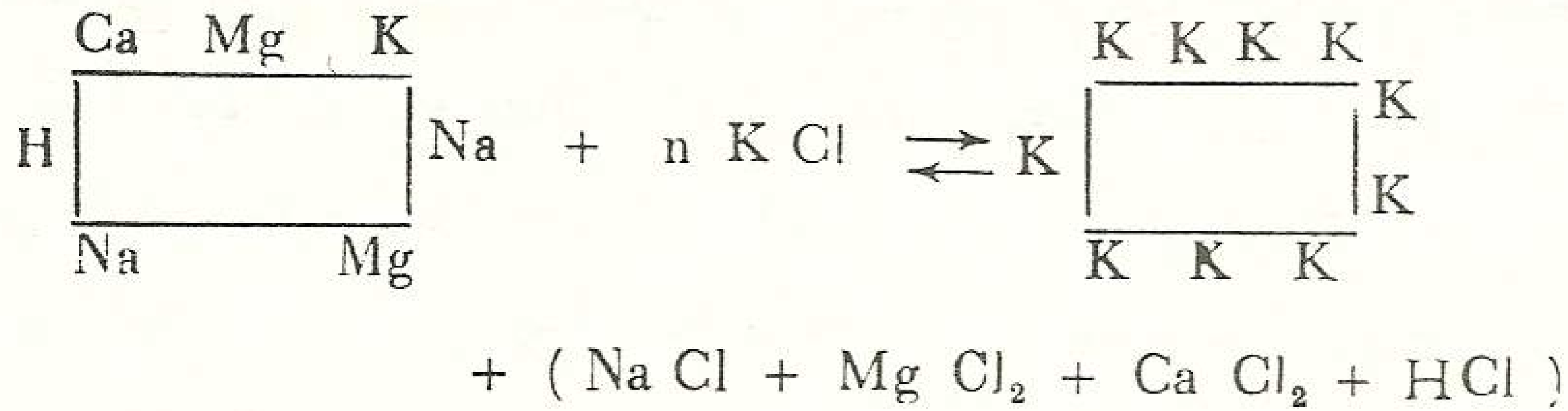
ويمكن ترتيب الكاتيونات عموماً حسب قدرتها على التبادل كالتالي :



$$Li < Na < K \leqslant NH_4 < Rb < Ca < Ba < Sr < H$$

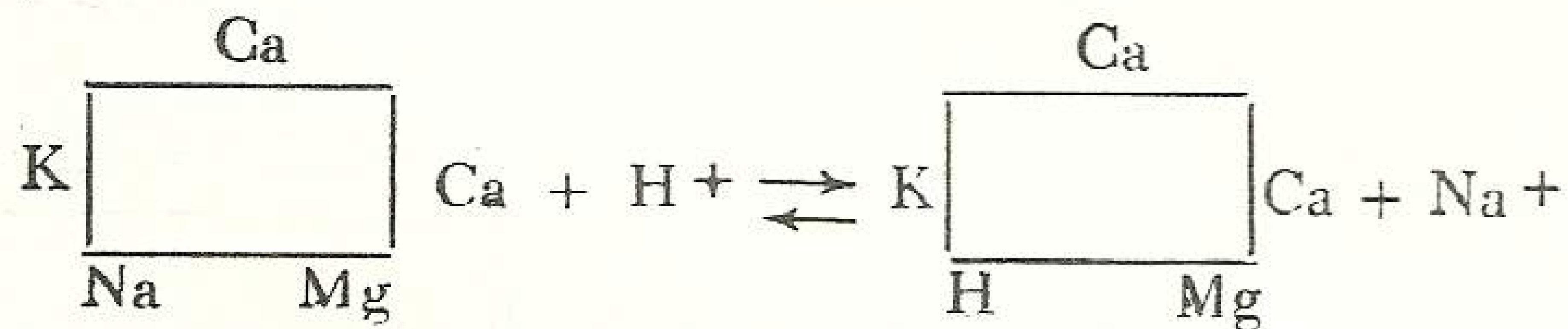
خصائص الطين المشبع بالقواعد وغير المشبع بالقواعد :

يمكن مخبرياً تحضير تربة أو طين بوتاسيومي أو كلسي أو صودي أو ايدروجيني أو غير ذلك ، وذلك بمعاملة التربة أو الطين بملح الكاتيون المرغوب إشباع التربة به . فلتحضير طين بوتاسيومي تعامل التربة بكمية كبيرة من محلول كلوريد البوتاسيوم فينتج بعد مدة من الزمن تربة ذات طين بوتاسيومي ويتم ذلك كالتالي :



$$+ (Na\,Cl + Mg\,Cl_2 + Ca\,Cl_2 + HCl)$$

ولقد لوحظ في اراضي المناطق الباردة الرطبة ان الارض غير مشبعة بالقواعد . ويرجع ذلك الى أن عملية الغسيل التي تنتج عن المطر تفقد الارض قواعدها ، وبذلك يحل الايدروجين محل هذه القواعد مكوناً طين الايدروجين الحمضي .



وفي الطبيعة قد توجد أراضي يسود فيها احد الكاتيونات على مجموعة الكاتيونات القابلة للتبادل ، فتأخذ الارض خصائص الطين المشبع بالكاتيون السائد . والواقع فان خواص الطين تختلف اختلافاً كبيراً حسب نوع الكاتيون المشبع به ، ويمكن توضيح ذلك بالتالي :

الطين الكلسي : يتجمع في معلق الماء ، ويرسب بسرعة لكبر حبيباته نسبياً ، ولا يحتوي إلا قليلا من الحبيبات تظل في حالة غروية . وتجمعاته ثابتة لا تتأثر بفعل الماء . يتشبع بنحو ٦٠٪ من وزنه بالماء عندما يجف يكون هشاً سهل التفكك . وإذا وجد في الارض تصبح مسامية ، سهلة الرشح للماء .

الطين الصودي : صعب التجمع جداً ، وقد يظل في حالة تعليق في الماء شهوراً طويلة دون أن

يرسب ، بسبب دقة حبيباته وتفرقها . وهو يتشبع بنحو ٩٠٠٪ من وزنه بالماء . وإذا جف تكتل في كتل صلبة جداً متماسكة . وإذا وجد في الارض جعلها مندمجة غير منفذة للماء أو الهواء عسيرة الخدمة .

الطين الايدروجيني : اسهل في تجمعه من الطين الصودي ولكنه أصعب من الكلسي ، ويحتوي من الطين الغروي على نسبة أعلى من الطين الكلسي . وهو أقدر على التشبع بالماء من الطين الكلسي ، ولكنه اقل بكثير من الصودي . وهو يتحلل في الماء الى حمض سليسيك واكاسيد سداسية . وهو وسط في تماسكه بين الطين الكلسي والصودي . ووجوده في الارض يجعلها حمضية التأثير لاتصلح لكل المحاصيل.

ولقد وجد أن في اراضي المناطق الرطبة من العالم يسود في مركب امتصاصها ايونات الكالسيوم والايدروجين . ويرجع سبب ذلك الى انه في المراحل المبكرة للتجوية تكون الصخور تحوي القواعد الارضية الاربعة ومع تقدم التجوية تنفرد هذه القواعد وتمسك على الطين ، إلا انها تكون غير متساوية في قوة ادمصاصها . بل تترتب وفقاً للتالي $Na < K < Mg < Ca$ ، ولذلك عند حدوث امطار غزيرة تغسل القواعد من التربة ، حيث يغسل اولا الصوديوم ثم يليه البوتاسيوم وهكذا ولذلك يبقى الكالسيوم سائداً نظراً لقوة امتصاصه العالية ، ونظراً لنمو النباتات بفعل الامطار الغزيرة ، تنشأ كمية كبيرة من الاحماض العضوية اثناء تحلل هذه المواد العضوية ، وتبرز ايونات الايدروجين التي تتبادل بشدة مع ايونات الكالسيوم الممتصة ، ولذلك يبدأ تكون طين به كالسيوم - ايدروجين ، وتكون كمية الايدروجين تبعاً لمعدل الغسيل من جهة ولغزارة المادة العضوية من جهة ثانية . وبذلك تنشأ الارض غير المشبعة بالقواعد .

وفي المناطق الاقل مطراً ، لا تتعرض القواعد الارضية للانغسال بنفس الدرجة ، وبذلك لايوجد الايدروجين في مركب الامتصاص .

أهمية تبادل الكاتيونات في تغذية النبات :

تشير الدراسات والتجارب العديدة الى ان العناصر الغذائية اللازمة للنبات والتي تكون مدمصة على سطوح الغرويات تكون جميعها في صورة قابلة للاستفادة ، أى يستطيع النبات امتصاصها والاستفادة منها . اضف الى ذلك ، أن عملية تبادل الكاتيونات تحفظ العناصر الغذائية من ان تفقد بسرعة مع مياه الامطار في المناطق الرطبة . فاذا سمدت التربة بسماد آزوتي من مصدرين : الاول نتراتي والآخر نشادري ، ثم تعرضت الارض لأمطار غزيرة ، فانه يلاحظ ان السماد النتراتي سيكون اكثر عرضة للانغسال نحو الاعماق بعيداً عن مناطق انتشار الجذور مما في السماد النشادري . إذ ان الشحنة السالبة التي تحملها النترات تجعل التجاذب الكهربائي بينها وبين الطين منعدماً لتماثل الشحنة ولذلك تبقى ذائبة في المحلول الارضي ومعرضة للانغسال . أما الامونيوم NH_4^+ فانه يتبادل في مركب الامتصاص نظراً لزيادة الذائب منه في المحلول ، وبالتالي يمسك في سطوح الحبيبات ولا تتاح له فرصة الانغسال مع مياه الامطار .

ويمكن ان يقال ذلك بالنسبة للتسميد البوتاسي ، حيث يتبادل البوتاسيوم في مركب الامتصاص .

ومن هنا يمكن القول ان الشحنة السالبة التي يحملها الطين او الغرويات العضوية تعمل على مسك العناصر الغذائية اللازمة للنبات من ان تذهب بعيداً ، إذ كلما زادت كمية الشحنات السالبة على الطين ، وكلما زادت كمية الطين في التربة ادى ذلك الى توفر العناصر اللازمة للنبات مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم فضلا عن الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز ... الخ .

وعادة يمتص النبات ما يحتاجه من العناصر الغذائية عن طريق الذائب منها في المحلول ، فاذا نقص المحتوى الذائب من العنصر في المحلول انفرد قسم من العنصر المتبادل في مركب الامتصاص ليصبح ذائباً في المحلول وذلك لتحقيق علاقة الاتزان الموجودة بين كمية العنصر الذائبة في المحلول الارضي وتلك المتبادلة في مركب الامتصاص .

وهناك رأي يقول بأن النباتات تستطيع ان تمتص بعض ما تحتاجه من العناصر الغذائية بالتماس المباشر بين الشعيرات الجذرية الماصة وبين الكاتيونات المتبادلة في مركب الامتصاص وتعرف بنظرية الامتصاص عن طريق التماس Contact theory ، فلو صحت هذه النظرية لبرزت اهمية تبادل الكاتيونات بصورة اكثر وضوحاً في تغذية النبات .

الفصل الثالث

الكائنات الحية والمادة العضوية في التربة

آ ـ الكائنات الحية The organisms of the soil :

يعتبر الدبال الذي هو من نواتج تحلل المواد العضوية في التربة كبير الاهمية في التأثير في خواص الارض الفيزيائية والكيميائية . ومصدر الدبال في التربة تفسخ المواد العضوية الناتجة من بقايا الكائنات الحية التي تعيش في الارض ، او من المواد التي تضاف الى التربة .

ويعيش في التربة عدد كبير من الكائنات الحية بقسميها النباتي والحيواني . إلا ان مايتبع المملكة النباتية من هذه الكائنات اكبر بكثير مما يتبع المملكة الحيوانية . وتتفاوت الكائنات الحية التي تعيش في الارض بين الاحجام الدقيقة التي تحتاج الى المجهر لرؤيتها وبين احجام كبيرة كالحيوانات القارضة وبعض الثدييات . إلا ان صغيرة الحجم منها تشكل الجزء الاكبر من هذه الكائنات .

ونظراً للصلة الوثيقة بين كمية الدبال في التربة ونشاط الكائنات الحية فيها . لذا سنتناول باختصار انواع الكائنات الحية المحتملة الوجود في التربة .

اولاً ـ الكائنات الحيوانية : ويمكن ان تقسم الى مجموعتين متميزتين :

١ ـ حيوانات التربة كبيرة الحجم .

٢ ـ حيوانات التربة صغيرة الحجم .

١ ـ حيوانات التربة كبيرة الحجم : وتشمل عادة : القوارض ومفصليات الارجل والحيوانات الرخوة والديدان الارضية وغيرها .

وتمثل القوارض عادة بالخلد وفأر الحقل وسنجاب الارض وغيرها . وتأثير هذه الحيوانات على

العموم ضار في التربة من حيث تقطيع جذور النباتات المزروعة ، ومن وجهة اخرى لها بعض المنافع ، فوجودها في التربة يعمل كعامل مساعد لعملية التمهيد من حيث تنعيم التربة ، كذلك فان الانفاق التي تحفرها تساعد على عملية التهوية ، فضلا عن المواد العضوية الكثيرة التي تنتج عن مخلفاتها .

اما مفصليات الارجل كالحشرات فلبعضها تأثير واضح في التربة من حيث المادة العضوية وعلى الاخص النمل والخنافس .. الخ ، فهي تساعد في تكوين الدبال إما عن طريق نقل المواد العضوية الى التربة ، أو عن طريق هضمها . وتساعد الحشرات في عملية الهضم عديدات الارجل وبعض الرخويات ، حيث تقوم بالتغذية على بعض المواد العضوية غير المتحللة وتطرحها مع المخلفات وبذلك تكون قد ساعدت في عملية التحلل .

وتلعب الديدان الارضية الدور الرئيسي من بين الكائنات الحيوانية في التربة ، حيث تقوم بالتغذية على المواد العضوية الموجودة في التربة عن طريق تناول المواد الترابية ، ولقد حسبت كمية المواد الترابية التي تستطيع الديدان الارضية ان تمررها في جهازها الهضمي في العام الواحد حوالي ٣٨ طن للهكتار ، وهذه المواد تتعرض داخل الجهاز الهضمي الى فعل الطحن والتكسير ، فضلا عن فعل الانزيمات الهاضمة . ولقد اجريت دراسات عديدة لتحديد دور الديدان الارضية في خصوبة الارض وتغذية النبات ، فتبين ان الاراضي الخصبة تحوي كمية كبيرة من الديدان الارضية ، وأرجع العلماء هذا الخصب لوجود الديدان اذ تبين ان الديدان الارضية تعمل على زيادة كمية المادة العضوية وكذلك كمية الآزوت الكلي ، كما ان الكالسيوم والمغنيسيوم والفوسفور تزداد قابليتها للاستفادة ، فضلا عن زيادة السعة التبادلية للتربة .

ولا يرجع أثر الديدان الارضية للتأثير في خواص الارض الكيميائية بل تؤثر ايضاً في بعض الخواص الفيزيائية ، فتساعد على التهوية عن طريق الثقوب التي تقوم بها كما انها تشجع عملية التحبيب في التربة وتكوين التجمعات الثابتة .

وتختلف اعداد الديدان الارضية كثيراً ، اذ تقل في الاراضي الرملية ، وتفضل هذه الديدان الاراضي الطينية الثقيلة نظراً لاحتفاظها العالي بالرطوبة ، ونظراً لتغذيتها على المواد العضوية لذلك نراها تنتشر متكاثرة في الاراضي ذات المحتوى الجيد من المواد العضوية . كذلك يلاحظ انتشارها في الاراضي الجيرية نظراً لحاجتها للكالسيوم .

٢ ـ حيوانات التربة صغيرة الحجم : ويمكن ان تمثل بثلاثة مجموعات هي :

آ ـ الديدان الثعبانية (النيماتودا) Nematodes : وتوجد في جميع انواع الاراضي تقريباً ، وقد يزداد عددها حتى يصل الى حد كبير ، إذ قد يصل الى ٥٠ دودة في الغرام الواحد من التربة الجافة . وحجم النيماتودا صغير نسبياً يحتاج الى مجهر لرؤيته ، وقلما توجد انواع منها يمكن ان ترى بالعين المجردة. وهي على العموم مستديرة وذات شكل مغزلي ، وطرفها الذيلي مدبب جداً . وتقسم حسب طريقة تغذيتها الى ثلاثة مجموعات :

الأولى وتعيش معيشة رمية : إذ تأخذ حاجتها من الغذاء من المواد العضوية المتحللة .

والثانية ذات طبيعة مفترسة : إذ تعيش على افتراس الديدان الثعبانية الاخرى وبعض الديدان الارضية الصغيرة .. وغيرها .

والثالثة ذات معيشة تطفلية : إذ تتطفل على جذور بعض النباتات الراقية وتقضي فترة من حياتها في جذر النبات . وتؤدي الى تشويه في شكل جذر النبات حيث تتكون العقد الثعبانية ، وتؤدي الى أضرار كبيرة جداً خصوصاً في مناطق زراعة الخضار .

والاعداد الكبيرة المنتشرة في التربة من النيماتودا ترجع الى المجموعتين الاولى والثانية .

ب - البروتوزوا Protozoa : وهي حيوانات وحيدة الخلية ، تعتبر كبيرة الحجم نسبياً إذا ماقورنت مع البكتريا . وتقسم عادة الى ثلاث مجموعات : الأميبا والهدبيات والسوطيات . ولقد أمكن عزل حوالي ٢٥٠ نوعاً منها . وهي من أكثر الكائنات الحيوانية انتشاراً في التربة ، إذ بلغت أعداد البروتوزا في بعض الاراضي حوالي المليون في الغرام الواحد الجاف من التربة .

ج - العجليات Rotifers : ولم تعرف أهميتها في التربة بعد ، إلا أنها تنتشر في الاراضي خصوصاً في المستنقعات إذ تزداد أعدادها زيادة كبيرة .

ثانياً - الكائنات النباتية : وهذه أكثر عدداً من الكائنات الحيوانية ، كما أنها أكثر فعالية في التربة . وللسهولة سوف تقسم الى أربعة مجموعات رئيسية :

١ - جذور النباتات الراقية .

٢ - الطحالب .

٣ - الفطور والاكتينومايستس .

٤ - البكتريا .

١ - جذور النباتات الراقية : وهي المصدر الرئيسي للمادة العضوية في التربة ، كما أنهـا مصدر الطاقة والغذاء للكائنات الحية الدقيقة . وتقوم الجذور بافراز بعض المذيبات على شكل احماض عضوية وقد يكون بعضها على شكل احماض أمينية تدفع الكائنات الحية الدقيقة للنشاط والتكاثر . ولقد لوحظ ازدياد أعداد الكائنات الحية الدقيقة في منطقة الجذور الى حوالي ١٠٠ ضعف أعدادها في أماكن اخرى من التربة . وتختلف كمية الجذور التي تتركها النباتات في التربة تبعاً لنوع النبات النامي ، فالعائلة البقولية مثلاً تترك نباتاتها مجموعاً جذرياً كبيراً إذا ما قورن مع العائلية النجيلية .

٢ - الطحالب : وأعدادها في التربة ليست كبيرة ، بالرغم من ذكر بعض الباحثين أنهم استطاعوا عد ٨٠٠ ألف في الغرام الواحد . واستطاع العلماء حتى الآن عزل ٦٠ نوعاً منها قسمت الى ثلاثة مجموعات :

الاولى ـ خضراء مزرقة وتنتشر في الاراضي المزروعة بالارز وتستطيع تثبيت آزوت الهواء الجوي.
والثانية ـ خضراء : وتوجد عادة في الطبقات السطحية من التربة إذ أنها حاملة للكلوروفيل .
والثالثة دياتوم : وتنتشر بأعداد ضخمة في الحدائق القديمة .
وتزداد الطحالب زيادة كبيرة عند التسميد العضوي .

٣ ـ الفطور والاكتينومايستس : وهذه مثل البكتريا ، لا تحوي على كلوروفيل ، ولذلك تعتمد في حصولها على مصدر الطاقة من المخلفات العضوية في التربة . ولقد أمكن عزل حوالي ٢٠٠ نوع من الفطريات في التربة ترجع الى ٤٢ جنساً .

وتمتاز الفطور والاكتينومايستس الى أنها تكون خيطية في الطور الخضري وتعطي تفرعات كثيرة ، أما في الطور الثمري فانها تعطي بعض الاشكال الجرثومية . وتوجد الفطريات في جميع أنواع التربة إلا أن أعدادها تتزايد في الاراضي الحامضية .

٤ ـ البكتريا : وهي كائنات وحيدة الخلية ذات حجم صغير جداً ، وهي من أبسط الكائنات الحية ، وتتكاثر بسرعة بالانقسام المباشر . وتنتشر بكثرة في الطبقات السطحية عندما تكون الظروف ملائمة من الحرارة والرطوبة والتهوية والغذاء ولقد أمكن عد من ٣ ـ ٤ بليون واحدة في الغرام الواحد في التربة .

وتستطيع البكتريا ذاتية التغذية أن تأخذ الطاقة اللازمة لها من أكسدة المركبات المعدنية كالامونيوم والكبريت والحديد كما تحصل على الكربون من غاز الفحم المتكون وهذه البكتريا هامة في عملية التأزت وأكسدة الكبريت وغيرها . أما البكتريا المختلطة التغذية (هتروتروفية) فانها تحصل على الطاقة اللازمة لها من أكسدة المادة العضوية .

وتحتاج البكتريا عموماً الى الاجواء القاعدية لذا يلاحظ ازدياد أعدادها في الاراضي المحتوية على الكالسيوم .

تأثير الكائنات الحية في التربة :

تعتبر التربة جسم ذات طبيعة حيوية نظراً للدور الذي تقوم به الكائنات الحية فيها . ويمكن أن تقسم تأثيرات الكائنات في التربة الى قسمين رئيسيين نافعة وضارة .

فالتأثيرات النافعة تتم من خلال تحليل المادة العضوية ، إذ أن عملية التحليل ينفرد عنها عناصر غذائية هامة للنبات ، فضلا عن الدور الهام للمواد الدبالية الناتجة عن التحلل والذي تقوم به في تحسين الخواص الفيزيائية للارض مثل تكوين الحبيبات المتجمعة الثابتة وبالتالي زيادة سعة التربة للاحتفاظ بالماء ، كذلك سهولة حركة ورشح الماء في الاراضي الزراعية ، مع تيسير عمليات خدمة الارض الطينية .

وتقوم الكائنات الحية بتجهيز الآزوت في صورة نترات والكبريت في صورة كبريتات وتجعل كلاً من الفوسفور والحديد في صورة ملائمة لامتصاص النبات .

كما أنها تقلل من سمية بعض العناصر ان وجدت بكميات كبيرة كما في الحديد والمنجنيز حيث تحولها بفعل عمليات التأكسد الى تكافؤات أعلى، وهي ذات صور أقل ذوباناً في المحلول الارضي . ولولا عمليات التأكسد لتراكمت الصور الذائبة لهاذين العنصرين في المحلول الارضي مما يؤدي الى سمية النبات .

كذلك تقوم بكتريا الآزوتوباكتر بتثبيت آزوت الهواء الجوي في أجسامها ، كما تقوم بكتريا العقد الجذرية والتي تعيش معيشة تكافلية مع جذور النباتات البقولية ببناء الآزوت في أجسامها ايضاً ، وهذه تمد النبات البقولي بالآزوت ، كما انها بعد موتها تضيف للتربة الآزوت الموجود في أجسامها .

ومن الضروري التوضيح بأنه ليس فعل جميع الكائنات الحية نافعاً في التربة ، بل لبعضها تأثيرات ضارة . فالقوارض مثلا تقطع النباتات وجذورها ، والنيماتودا تصيب جذور بعض نباتات الخضار والفاكهة وتؤدي الى ضعفها أو هلاكها ، كذلك تقوم بعض أنواع الفطور والبكتريا والاكتينوميستس باصابات مرضية كأمراض الذبول في القطن وتعفن الجذور وجرب البطاطا وغيرها . وهذه الكائنات الممرضة قد تعيش لعدة سنوات في التربة بدون العائل ثم تموت أو تستمر في سكونها لحين وجود العائل .

وتقوم بعض الكائنات بمنافسة النبات في غذائه خصوصاً في الآزوت في الاراضي المنزرعة قليلة الاحتواء به ، حيث تبدو على النبات أعراض نقص الآزوت نتيجة استهلاكه من قبل البكتريا اذا لم يعوض النقص بالتسميد الآزوتي ، وهذا ما سنوضحه في دراسة النسبة بين الكربون والآزوت في التربة في فقرة قادمة .

كذلك في الظروف اللاهوائية التي تسود التربة احياناً كفترة غمر الارض في الماء نتيجة الأمطار الغزيرة وماشابه ذلك ، فان بكتريا الاختزال تنشط وتحول الاشكال المؤكسدة من الآزوت والكبريت والحديد والمنجنيز الى أشكال أخرى مختزلة تؤدي الى فقد الآزوت من التربة على صورة غاز حر أوصورة نشادر ، وكذلك فقد الكبريت على صورة غاز كبريتيد الايدروجين ، بينما يصبح الحديد والمنجنيز في صورة ذائبة كبيرة مما يؤدي الى تسمم النبات .

المادة العضوية والدبال

ORGANIC MATTER AND HUMUS

تعتبر المادة العضوية من أهم مكونات الارض ذات النشاط الكيماوي وهي تتكون من مخلفات النباتات والاحياء وأهمها الجذور والاوراق المتساقطة ، وكذلك مايضاف صناعياً الى الارض من أسمدة عضوية وأسمدة خضراء . ويمكن تقسيم المادة العضوية الموجودة في الارض الى قسمين :

١ ـ مخلفات غير متحللة لا تزال محتفظة بشكلها الاصلي .

٢ ـ مواد تحللت جزئياً او كلياً وفقدت شكلها الاصلي واختلطت بحبيبات الارض . وهذه يطلق عليها اسم الدبال Humus وهو الجزء المهم من المركبات المضوية .

وتتكون المركبات العضوية من ثلاث مجموعات :

آ ـ مركبات عضوية تتركب من كربون واوكسجين وايدروجين (أي خالية من الآزوت) وتشمل الكربوأيدرات مثل السكريات والسللوز واللجنين ، وبعض الدهون والاحماض المضوية .

ب ـ مركبات عضوية آزوتية مثل البروتينات ، وهذه تحتوي على الآزوت بالاضافة الى الفوسفور والكبريت ، زيادة على الكربون والاوكسجين والايدروجين .

ج ـ مواد معدنية ، وتشمل الفوسفور والكالسيوم والمغنيسيوم والسليكون والكبريت والحديد والالومنيوم ... الخ .

وتتحلل المواد العضوية في الارض بواسطة الكائنات الحية الدقيقة كالفطر والبكتريا والطحالب والبروتوزوا أي أن عملية الانحلال هذه هي عملية حيوية تقوم بها الاحياء الدقيقة كي تستمد الطاقة اللازمة لها من المادة العضوية . وتنحصر العوامل التي تؤثر على نشاط الكائنات الحية الدقيقة وبالتالي على سرعة التحلل بالتالي :

١ ـ طبيعة المادة العضوية المتحللة : كنوع النبات النامي وعمره وتركيبه الكيماوي أو نسبة الكربون الى الآزوت ، فكلما كانت هذه النسبة كبيرة كان التحلل بطيئاً والعكس ، فتصل نسبة الكربون الى الآزوت الى ٨٠ : ١ في القش والحطب ، وتهبط الى ٢٠ : ١ و ١٢ : ١ في البقوليات الخضراء . وبعد التحلل تهبط النسبة الى ١٠ : ١ . ويمكن ترتيب المواد العضوية حسب سهولة تحللها وفق الترتيب التنازلي الآتي :

آ ـ سكريات ، نشويات ، بروتينات بسيطة .

ب ـ بروتينات خام .

ج ـ هيميسليلوز والسيليلوز .

د ـ لجنين ودهون وشموع .

٢ ـ خواص الارض من حيث ملاءمتها للعمليات الحيوية ، فدرجة التهوية وكمية الرطوبة بالأرض ودرجة الحموضة ، كلها ذات أثر على النشاط الحيوي .

في الظروف الهوائية الجيدة والرطوبة المناسبة يستمر الانحلال وينتج غاز الفحم وماء وأملاح معدنية ، أما إذا كانت الرطوبة عالية فينشط التحلل اللاهوائي . كذلك لوحظ أن لدرجة حموضة الارض

أثر كبير على نشاط الاحياء الدقيقة في التربة ففي pH ٥٫٥ او اقل تنشط الفطريات ، بينما يزداد نشاط البكتريا عند pH أعلى من ٥٫٥ .

٣ ـ المناخ بعنصريه الحرارة والمطر ، وتعتبر درجة حرارة ٣٥ ـ ٤٠ °م هي الدرجة المثلى لنشاط الميكروبات .

فاذا اضيفت الى التربة مادة عضوية تحتوي الآزوت مثلا وتكون في صورة معقدة كالببتيدات ، فسرعان ما تهاجمها الكائنات الدقيقة في الظروف المناسبة وتحللها الى بروتينات ثم الى مركبات أمينية ابسط مع بعض ناتجات اخرى ، وتسمى هذه العملية بتكوين المركبات الامينية Aminization .

ثم تتحول الأمينات المتكونة الى نشادر ، وتسمى العملية النشدرة Ammonification ويقوم بهذا الانحلال بعض أنواع Bacillus و Pseudomonas fluorescens وبعض الأكتينوميستيس Actinomycetes ويرتبط النشادر المنطلق بالماء وحمض الكربونيك او اي احماض اخرى موجودة مكوناً أيون الامونيوم . اما في الظروف غير المناسبة ، فان النشادر ينطلق من التربة الى الهواء الجوي .

هذه الامونيا المنطلقة ، إما أن تمتص من قبل جذور بعض النباتات ، او ان تمثل في اجسام ميكروبات جديدة ، او ان تتحول الى نترات ضمن عملية التأزت Nitrification .

وتشمل عملية التأزت مرحلتين مرتبطتين مع بعضها ارتباطاً كلياً ، الاولى التحول الى نتريت Nitrite ، وفيها تتحول الأمونيا بواسطة مجموعتين من البكتريا : نتروزوموناس ونتروزوكوكس Nitrosomonas و Nitrosococcus الى املاح حمض النتروز اي الى نتريت . ثم تأتي المرحلة الثانية حيث تتحول النتريت المتكونة الى نترات تحت تأثير بكتريا نتروباكتر Nitrobacter .

وتعتبر عملية التأزت ذات اهمية كبيرة في التربة نظراً لتحول الآزوت العضوي من الصور المعقدة غير الملائمة الى نترات ملائمة . وهي عملية حيوية ، ويمكن تلخيص العوامل التي تسرع من عملية التأزت في التالي :

١ ـ وجود أيون الامونيوم في التربة على صورة املاح نشادرية سواء أكانت ناتجة من تحلل مواد عضوية معقدة ، او مضافة الى الارض على صورة املاح سمادية .

٢ ـ ان تكون درجة حموضة التربة بين ٥٫٥ ـ ١٠ والدرجة المثلى ٨٫٥ .

٣ ـ ان يكون جو التحلل غنياً بالكالسيوم والفوسفور اللازمين لنمو الكائنات الحية الدقيقة

٤ ـ ان تكون ظروف التهوية ملائمة ، وكذلك وجود رطوبة بكميات مناسبة .

٥ ـ ان تكون درجة الحرارة ملائمة ، ويمكن اعتبار الحرارة ملائمة بين ٤ ـ ٤٠°م ، والدرجة المثلى هي ٣٠°م .

ويمكن تلخيص خطوات تحلل المواد العضوية المحتوية على الآزوت بالمعادلة التالية :

ببتيدات ← بروتينات ← مركبات امينية ← نشادر ← نتريت ← نترات

وفي الظروف المستنقعية او الاراضي الغدقة تحدث عملية اختزال للنتريت والنترات الموجودة في الارض وتتحول الى غاز آزوت حر أو اكاسيد آزوتيـــة تنطلق متصاعدة في الهواء ، وبذلك تخسر التربة الآزوت اللازم لنمو النبات وفي هـــذا خسارة كبيرة ، وتسمى هذه العملية باسم عكس التـــأزت Denitrification .

نسبة الكربون للآزوت وعلاقتها بتحلل المواد العضوية :

إذا اضيفت الى التربة اي مادة نباتية فان سرعة انحلالها تتوقف على نشاط الاحياء الدقيقة ، والذي يرتبط مباشرة بكمية الآزوت الموجودة في المادة العضوية اذا كانت بقية العوامل موجودة بصفة ملائمة . وتختلف النباتات ومخلفاتها كثيراً في نسبة الآزوت في المـادة العضوية ، ولقد اصطلح على استخدام نسبة الكربون الى الآزوت في المادة العضوية كتعبير عن المادة العضوية . وعملية انحلال المواد العضوية عبارة عن عملية فقد في الكربون على صورة غاز فحم ، حيث تستفيد الكائنات الدقيقة من الكربون في الحصـول على الطاقة اللازمة لها عن هذا الطريق . أما الآزوت فان كميته تبقى ثابتة تقريباً نظراً لأن الـكائنـات الدقيقة تبني بها أجسامها ، ثم بعد موت هذه الكائنات يضاف الآزوت للـــتربة ثانية على صورة آزوت عضوي ، وهكذا . ولذلك يلاحظ أن نسبة الكربون الى الآزوت تكون كبيرة في بدء التحلل ثم تأخذ في التناقص تدريجياً حتى نهايته إذ تصل حتى ١٠ : ١ أو ٨ : ١ .

وتستفيد الكائنات الحية الدقيقة من الآزوت الموجود في التربة أصلاً ، وذلك في بناء اجسامهـا ، عندما تكون المادة العضوية فقيرة المحتوى بهذا العنصر .

ولذلك يلاحظ نقص مؤقت في كمية الآزوت في التربة نظراً لتمثيل الجزء الذائب منه في اجسام الميكروبات ، والذي ينطلق ثانية بعد موت الميكروبات عند انتهاء التحلل . فاذا اضيف قش القمح مثلا الى الارض ونسبة C : N ratio به كبيرة ، وكانت الارض فقـيرة في الآزوت ، فان الكائنات الدقيقـة تستفيد من الآزوت الموجود في التربة ، فاذا زرعت التربة أثناء ذلك بمحصول ما فانه تظهر على المحصول المزروع أعراض نقص الآزوت . وللتغلب على ذلك من الضروري إضافة الآزوت الذائب على صورة سمـاد كيماوي بحيث يكفي لاحتياجات الكائنات الدقيقة ، وكذلك للمحصول المزروع . وفي مثل هذه الحالة فان الارض ستحوي نسبة جيدة من الآزوت بعد انتهاء تحلل المادة العضوية أي في الموسم الزراعي التـالي . ومن الضروري الانتباه في الزراعة الى هذه النقطة حيث من الضروري عند استخدام الاسمـدة العضوية غير المتحللة أن تضاف الى التربة قبل زراعة المحصول بمدة تكفي لتحلل المـادة العضوية وجعل الآزوت العضوي فيها ملائماً للمحصول المزروع .

وعند قلب النباتات البقولية في التربة كسماد أخضر ، فانها تمد كلاً من الكائنات الحية والنبـاتات المنزرعة بالآزوت ، ويلاحظ ان نسبة C : N ratio فيها بين ٢٠ ، ٢٥ : ١ .

وكقاعدة عامة فان المادة العضوية التي تحوي آزوتاً أقل من ١٫٥٪ ، فمن المحتمل ألا ينطلق منها كمية من الآزوت لذلك الموسم .

ويستفاد من تلك النقطة عند عمل السماد العضوي الصناعي Compost من المخلفات المزرعة الـتي تكون غالباً ذات محتوى ضعيف من الآزوت، فلاسراع التحلل يضاف الى مخلفات أسمدة آزوتية حتى تستمد منها الاحياء الدقيقة ما تحتاجه من الآزوت لبناء اجسامها كي تسرع في التحلل ، وبعـــد انتهاء التحلل سيكون آزوت المواد العضوية المضافة وكذلك الآزوت المعدني المضاف متوفرين للمحصول .

الدبال وخواصه :

ينتج الدبال من المواد العضوية الآخذة في التحلل ، ولذلك فهو مادة متجانسة تركيبها الكيماوي غير ثابت ، كما ان مقداره في الارض غير ثابت ايضاً ، والمعلوم ان السكريات والبروتينات والاحماض الأمينية مواد سهلة التأكسد والانحلال ، بينما السليلوز أكثر صعوبة ، في حين اللجنين صعب جداً . ولذلك نجد في الدبال انخفاض نسبة المواد الكربوأيدراتية القابلة للذوبان في الماء ، كما تنخفض نسبة السليلوز ، بينما تزاد نسبة اللجنين وكذلك نسبة البروتين ، حيث تصل نسبة الكربون الى النـــتروجين في الدبال الى ١٠ : ١ كما ذكر سابقاً .

ولذلك يعتبر الدبال مركباً كيماوياً معقداً، اساسه اللجنين والبروتين حيث يرتبط في صورة مركبات معقدة تسمى لجنوبروتين Ligno-protein . ويدل التحليل الكيماوي للدبال على انه يتركب من :

٤٠ — ٤٥٪ لجنين .

٣٠ — ٣٥٪ بروتين .

٢٠ — ٣٠٪ دهون أو شموع .

مع قليل من المواد المعدنية كالفوسفور والكبريت والـكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والحديد .

والدبال مادة غروية كمعدن الطين ، ولذلك فهو يعمل كنواة تحمل شحنات كهربائية سالبة ، ولذلك له قدرة على تبادل القواعد . ففي الاراضي المتعادلة أو القاعدية نراه محمل بالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، بينما في الاراضي الحامضية نراه محمل بالايدروجين .

وللدبال القدرة على امتصاص الماء إذ يستطيع أن يمتص خمسة أمثال وزنه من الماء ، ويتمـــدد وينتفخ عند امتصاص الماء كما انه ينكمش بالجفاف ، كما أن له القدرة على لصق حبيبات التربة بعضها ببعض الا أن قدرته في هذا أقل من الطين .

كمية الدبال في الاراضي :

يوجد الدبال في الاراضي بنسب تتراوح بين الصفر و ٩٠٪ وتكون كميته منخفضة في الاراضي الجافة والحارة الرطبة ، وعالية في الاراضي الرطبة الباردة . وتعتبر الاراضي فقيرة في المواد العضوية إذا قلت نسبة الدبال بها عن ٣٪ ، وغنية إذا احتوت من ٥ - ١٠٪ ، وتعتبر دبالية اذا زادت عن ٢٠٪ . ويوجد الدبال عادة بأعلى نسبة على السطح ، ويقل تدريجياً الى تحت التربة . وهذا التوزيع طبيعي في كل اراضي المناطق المعتدلة والحارة ، أما في أراضي البودسول فان أعلى نسبة من الدبال تكون في الأفق ب .

والاراضي السورية عموماً فقيرة بالدبال عدا الاراضي الواقعة في منطقة الغاب وتحت الغابات . ويرجع السبب في ذلك الى أن فصل النمو قصير نسبياً في سورية وتتركز الأمطار في أقل من ٦ أشهر، ولذلك فتحلل المادة العضوية أسرع من تراكمها . ويبين الجدول (١٧) كمية المادة العضوية الموجودة في بعض الاراضي السورية .

جدول (١٧) المادة العضوية في ثلاث اراضي سورية (زين العابدين)

طريق اللاذقية ـ الحفة		تل تمر (الحسكة)		الباب (حلب)	
العمق / سم	٪ المادة العضوية	العمق / سم	٪ المادة العضوية	العمق / سم	٪ المادة العضوية
٠ - ٣٠	٢٫٣٣	٠ - ١٠	١٫٥٤	٠ - ٢٥	٠٫٦٣
٣٠ - ٦٢	٠٫٤٧	١٠ - ٣٠	١٫٠٤	٢٥ - ٥٠	٠٫٥٢
٦٢ - ١١٥	٠٫٣٥	٣٠ - ٩٠	٠٫٣٩	٥٠ - ١٢٠	٠٫٢٢
١١٥ - ١٥٠	٠٫٣١	٩٠ - ١١٥	٠٫٢٨	١٢٠ - ١٩٠	٠٫٠١

أنواع الدبال :

يقسم الدبال تبعاً للاساس الذي يعتمد في التقسيم الى أنواع متعددة كالتالي :

أولاً — حسب تأثير المذيب القلوي :

عند معاملة المادة العضوية الموجودة بالتربة بقلوي مركز ساخن مثل ماءات الصوديوم ، فيلاحظ

أن قسماً منها يذوب ، بينما يبقى جزء بدون ذوبان ، يطلق على الجزء الذائب والذي يمكن فصله بالترشيح اسم دبال متدبل وتبلغ نسبته عادة ٧٥٪ من الدبال ، وهو قابل للاكسدة ، فعال كيماوياً .

أما الجزء غير الذائب ويشكل ٢٥٪ من الدبال ويسمى دبال غير متدبل Humin وهو غير فعال كيماوياً .

ثانياً — حسب درجة تشبع الدبال بالقواعد ، وهو عدة أقسام :

١ — دبال مشبع : ويتكون في المناخ الجاف ونصف الجاف ، وهو متعادل أو قلوي التأثير ، جيد التهوية . فاذا كان الكالسيوم هو الكاتيون السائد سمي المول الجيري Calcium Mull .

٢ — دبال غير مشبع : وهو يتكون في المناخ الرطب ، ومن صفاته أن تحلله ضعيف ، حامضي التأثير ، وهو يقسم الى قسمين :

آ ـ اذا تكون تحت غابات ذات اوراق عريضة ، فيسمى المول الحامضي Acid Mull ، وتكون نسبة الكربون الى النتروجين بين ١٥ - ٢٠ .

ب ـ واذا تكون تحت غابات صنوبرية فيسمى مور Mor ، ونسبة الكربون الى النتروجين تتراوح بين ٢٠ - ٤٠ .

ثالثاً — حسب نوع الارض ، وتقسم الى قسمين :

١ ـ دبال أراضي الغابات : ونسبة اللاجنوبروتين فيه مرتفعة ، بينما تكون نسبة الكربوأيدرات منخفضة .

٢ ـ دبال أراضي البراري : ونسبة اللاجنوبروتين فيه منخفضة ، بينما ترتفع فيه نسبة الكربوأيدرات .

<u>أثر الدبال على خواص الأرض :</u>

للدبال تأثير كبير على خواص الأرض نوجزها بالتالي :

١ ـ يكسب الارض لوناً داكناً ، وبذلك تزداد قدرتها على امتصاص الحرارة من الشمس . والجدير بالذكر أنه لا يمكن الحكم على كمية الدبال في الارض من لون الارض . إذ يلاحظ أن لون الارض بصفة عامة مؤشر المناخ . ففي أراضي التشرنوزم في المناطق نصف الجافة والمطر ٥٠٠ مم يكون لون الارض مسوداً وفي المناطق المعتدلة الرطبة يكون اللون أقل تركيزاً . في حين أن دبال الارض لاستوائية يكون أقل تلويناً .

٢ ـ نظراً لقدرته الكبيرة على امتصاص الماء ، لذلك فوجوده في الأرض يعمل على زيادة قدرة حفظ الأرض الماء ، وهذا مهم خصوصاً في الاراضي الرملية .

٣ ـ نظراً لقدرته اللاصقة فهو يعمل على تجميع حبيبات الطين في الأراضي الطينية وبذلك تقل قوة تماسكها فتزداد قدرتها على التهوية ورشح الماء .

٤ ـ يعتبر الدبال مصدراً للمركبات الغذائية وخصوصاً المركبات الآزوتية والفوسفاتية . كما يعمل كمخزن لهذه المركبات يمد بها النبات باستمرار أثناء تحلله التدريجي . والمعلوم أن الفوسفور العضوي قابل للامتصاص من قبل جذر النبات دون أن يكون لوسط التربة المحيط تأثير في ذلك . وتبدو أهمية هذه النقطة إذا تذكرنا أن كمية الفوسفور المعدني القابلة للاستفادة صغيرة جداً لا تفي بحاجة النبات المتزرع.

٥ ـ عند تحلل الدبال في الارض تنفرد بعض الاحماض العضوية وهذه تعمل على اذابة بعض المركبات الغذائية للنبات ، كما أنه ينتج عن تحللها انفراد غاز الفحم الذي يذوب في الماء مكوناً حمض الكربونيك وهذا له أثر كبير على الاذابة . وتبدو هذه الاهمية واضحة في الاراضي ذات المحتوى الجيري العالي حيث تتحول مركبات الفوسفور القابلة للذوبان في الماء الى فوسفات ثلاثي الكالسيوم عديم الذوبان في الماء ، فوجود المادة العضوية المتحللة تساعد على خفض رقم pH وبالتالي تجعل نسبة من الفوسفات في صورة قابلة للذوبان .

٦ ـ للدبال قدرة كبيرة على تبادل القواعد إذ تصل السعة التبادلية له لحوالي ١٥٠ ملليمكافيء وقد تزيد حتى ٢٥٠ ملليمكافيء . ولهذا أهمية كبيرة في حفظ العناصر الغذائية اللازمة للنبات خصوصاً في الاراضي الرملية ذات المحتوى الطيني المنخفض أي ذات السعة التبادلية المنخفضة .

٧ ـ للدبال أهمية كبيرة في تنظيم الأرض من ناحية التأثير أي المحافظة على الحموضة والقلويه (وسيأتي شرح ذلك بالفصل التالي) .

الفصل الرابع

تأثير الارض والفعل التنظيمي للغرويات

أولاً ـ تأثير الارض Soil reaction :

تتأثر النباتات الراقية والأحياء الدقيقة بظروف الوسط التي تعيش فيه ، وأبرز هذه الظروف هو تأثير الارض الذي يكون في أحد صور ثلاث : قاعدي ، أو متعادل ، أو حمضي . وتظهر القاعدية إذا ما تشبعت الأرض الى درجة عالية نسبياً بالقواعد ، فوجود الاملاح خاصة أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم يؤدي الى زيادة أيونات OH^- عن أيونات H^+ في محلول الارض . وتوضح المعادلة التالية تأين كربونات الصوديوم في الماء .



$$2\ Na^+ + CO_3^{--} + 2\ H_2O \rightleftharpoons 2\ Na^+ + 2\ OH^- + H_2CO_3$$

إذ من الواضح أن انقسام Na OH أكبر من انقسام حمض الكربونيك الضعيف ولذلك تزيد ايونات الايدروكسيل في المحلول . ونتيجة لزيادة ايونات الايدروكسيل تصبح الارض قاعدية ، وقد تصبح قلوية شديدة إذا كانت الاملاح السائدة هى الصوديوم . وتتميز أراضي المناطق الصحراوية والجافة ونصف الجافة بسيادة حالة القاعدية فيها .

أما الحموضة فانها تظهر في المناطق ذات الأمطار الكثيرة ، حيث تعمل الأمطار على غسل كميات كبيرة من القواعد المتبادلة (الكالسيوم والمغنيسيوم) من الطبقات السطحية ويدخل الايدروجين مكانها في مركب الامتصاص . وتؤثر الاراضي الحامضية على النباتات ولذلك تعاني اراضي المناطق الرطبة مشكلة لحموضة هذه التي لاقت دراسة كثيرة واهتماماً كبيراً لاستغلال الارض استغلالاً صحيحاً .

ويقاس تأثير الارض بتقدير تركيز ايون الايدروجين بها وبالتالي قياس رقم pH الذي يعبر عنه بأنه للوغاريتم السالب لتركيز ايون الايدروجين النشط في المحلول .

وتقدر قيمة pH عادة للارض بواسطة الملاقة :

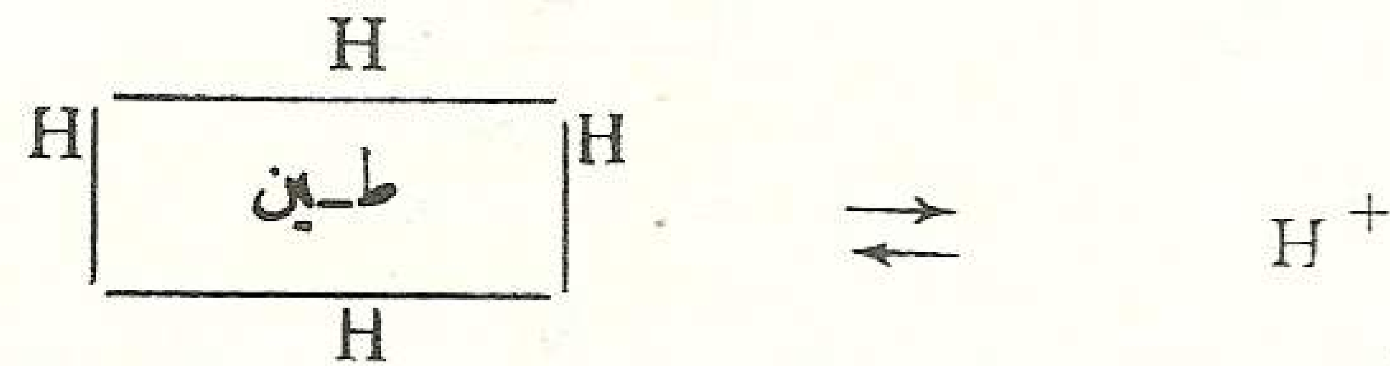
$$pH = Log \frac{1}{[H+]} = - Log [H+]$$

ويميز عادة بين نوعين من الحموضة في الاراضي ، خصوصاً فى الاراضي الحامضية ، وهما :

١ ـ الحموضة النشطة Active Acidity ، وهي عبارة عن تركيز أيونات الأيدروجين الذائبة في المحلول الارضي Soil Solution ـ والى هذا النوع من الحموضة ترجع قيمة pH المقاسة .

٢ ـ الحموضة الكامنة Reserve Acidity ، وهي عبارة عن ايونات الايدروجين الممتصة على سطح المعقد الغروي ، وتكون في حالة الاراضي غير المشبعة بالقواعد .

وهاتان المجموعتان توجدان باستمرار في حالة توازن ،

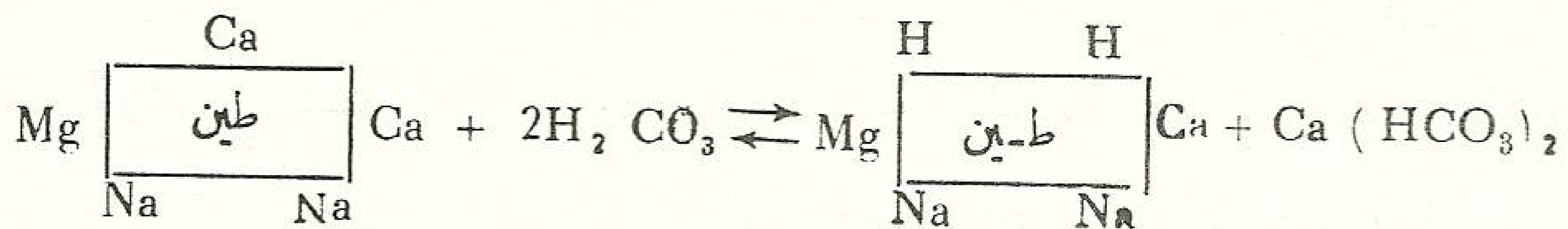


فاذا ما أزيلت أو عودلت أيونات الأيدروجين النشطة في المحلول بالغسيل أو إضافة الجير ، فانه يحل محلها أيونات أيدروجين جديدة تنفرد من مركب الامتصاص حتى يتم التوازن ، ولذلك يعتبر الأيدروجين الممتز على الطين مخزناً لامداد أيونات الأيدروجين للمحلول الارضي .

مصدر أيونات الأيدروجين في الأراضي :

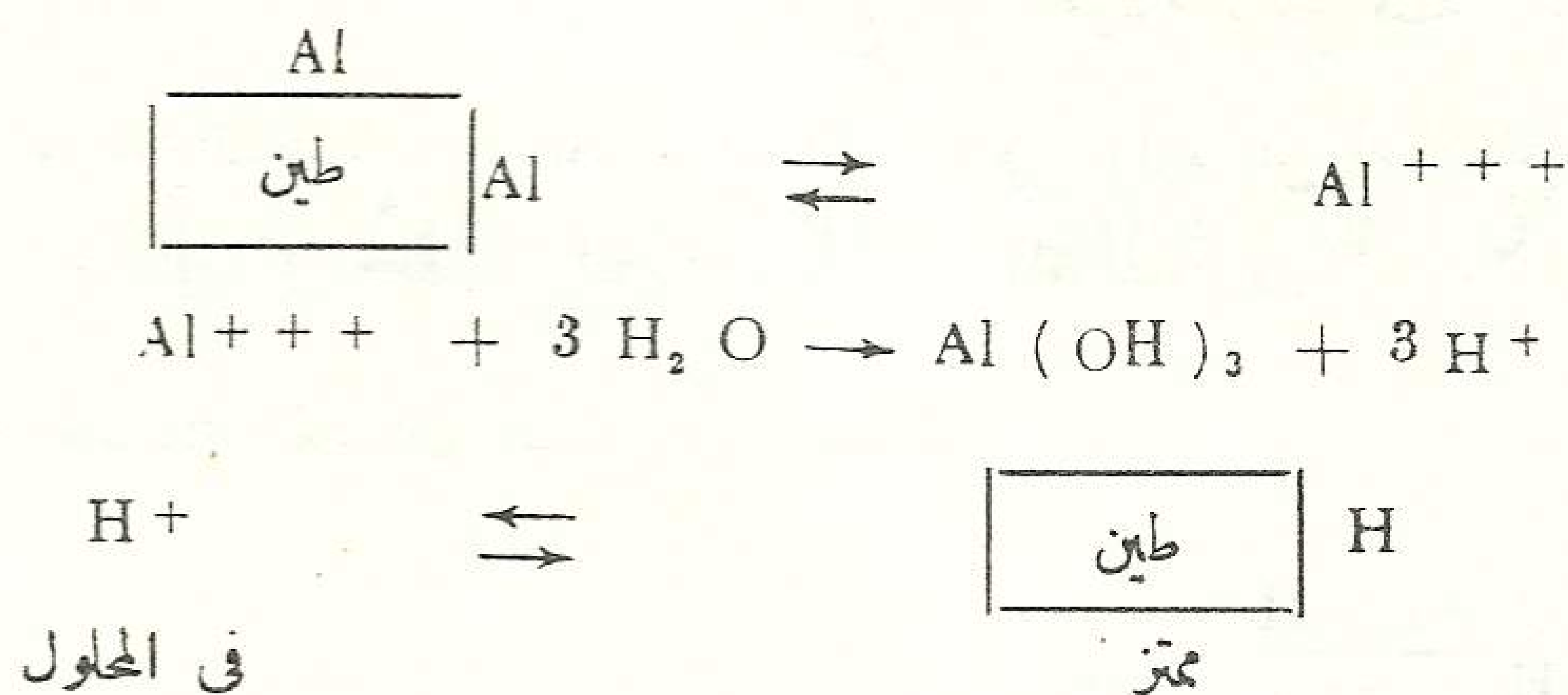
هناك مصدران رئيسيان لأيونات الايدروجين في الاراضي هما أيونات الالومنيوم الممتزة ، وأيونات الايدروجين الممتزة .

ففي المناطق المطيرة تفسل القواعد الارضية من المحلول الارضي ويصبح التأثير في مثل هـذه الاراضي حامضياً ضعيفاً نتيجة لتأين حامض الكربونيك كالتالي :



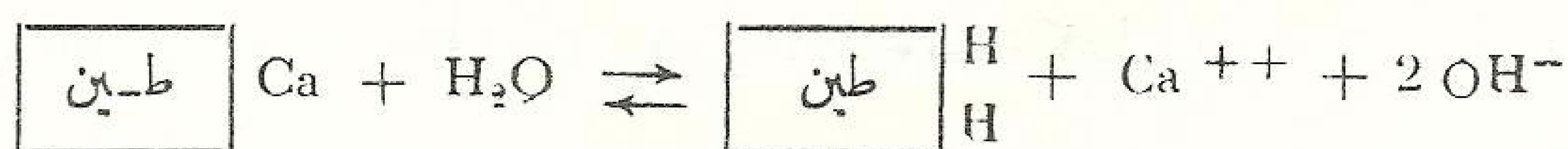
وفي مثل هـذه الظروف تصبح كمية كبيرة من الالومنيوم ذائبة في صورة أيونات Al^{+++} ،

ونظراً لكبر تكافؤها ترتبط بشدة مع غرويات الارض . ونظراً لوجود اتزان بين كمية الالومنيوم الممتز على سطح الغرويات وبين كمية الالومنيوم الموجودة في المحلول الارضي تنفرد بعض أيونات الالومنيوم وتتحلل مائياً في المحلول الارضي مكونة أيدروكسيد الالومنيوم $Al(OH)_3$ وتنفرد أيونات الايدروجين بالمحلول . ونظراً لعدم تأين أيدروكسيد الالومنيوم ، ولانفراد أيونات الايدروجين في المحلول تنخفض قيمة pH للمحلول الارضي . ولما كان الايدروجين الممتز في توازن مع الايدروجين الذائب في محلول الارض لذلك يصبح مصدراً مهماً آخر لأيونات الايدروجين ، ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلات الآتية :



ومما يساعد على ظهور الحموضة في الاراضي الزراعية امتصاص النباتات للقواعد الارضية وافتقار التربة لها تدريجياً ما لم تعوض عن طريق التسميد المعدني أو العضوي وغيرها . كما تتسبب الحموضة ايضاً باضافة بعض الاسمدة مثل كبريتات النشادر أو رش النباتات بالكبريت الذي يتأكسد في التربة الى كبريتات. كذلك اضافة الاسمدة العضوية حيث ينفرد عند تحللها غاز الفحم الذي يتحول الى حامض كربونيك عند ذوبانه في الماء ، كذلك تأثير غاز الفحم الناتج من تنفس الجذور والاحياء الدقيقة أو الذائب في مياه الامطار .. وغيرها كلها تسبب في زيادة أيونات الايدروجين في الارض .

ويلاحظ أن سيادة كاتيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم في محلول الارض تعمل على خفض تركيز أيون الأيدروجين في محلول الارض . حيث يرتفع تركيز أيون الايدروكسيل OH^- نظراً للعلاقة العكسية بين أيونات الايدروجين وأيونات الايدروكسيل . ويمكن توضيح ذلك بالمعادلة التي تشير الى التحلل المائي لكاتيون الكالسيوم مثلا المتبادل على سطح الغروي :



حيث أن الاراضي المشبعة بالقواعد تميل الكاتيونات المعدنية فيها الى تشجيع تكوين أيون الايدروكسيل . كذلك فان التسميد بنترات الصودا أو سيناميد الجير أو نترات الجير فانها تعمل على زيادة القاعدية في التربة ويعمل مثل ذلك الري بمياه غنية بالقواعد ، وكذلك اضافة الجير الى التربة لمعادلة الحموضة فيها . ومن أهم أسباب زيادة القواعد في التربة هي عملية التجوية التي ينفرد عنها كمية كبيرة من الكاتيونات وتصبح قابلة للتبادل .

وتختلف درجة حموضة الارض أو رقم pH لها تبعاً لدرجة تشبعها بالقواعد وكذلك نوع تلك القواعد ونسبها الى بعضها البعض . إذ كلما انخفضت نسبة التشبع بالقواعد دل ذلك على الحموضة ، في حين أنه كلما اقتربت النسبة من ١٠٠ نتج عنها تعادل أو قاعدية . والقد وجد أن اراضي المناطق الرطبة والتي يوجد فيها الدبال تكون حامضية إذا انخفضت نسبة التشبع فيها الى أقل من ٩٠٪ بكثير . أما الاراضي المتعادلة أو القاعدية فان نسبة التشبع بالقواعد فيها فغالباً ما تزيد عن ٩٠٪ . وهذا يعني انه من المحتمل وجود الايدروجين بين الكاتيونات المتبادلة بالرغم من أن قراءة pH تميل للتعادل أو القاعدية الخفيفة . حيث أن رقم pH لأرض معينة عبارة عن محصلة ثلاثة عوامل غير مترابطة : طبيعة معدن الطين ، والنسبة المئوية للتشبع بالقواعد ، وكذلك نسب القواعد المتبادلة لبعضها . والقد رتبت درجة الحموضة في الارض الى مجموعات تبعاً للترتيب التالي :

ارض شديدة القاعدية جداً	pH	من	١٠ - ١١
ارض شديدة القاعدية	〃	〃	٩ - ١٠
ارض قاعدية	〃	〃	٨ - ٩
ارض قاعدية خفيفة	〃	〃	٧ - ٨
ارض متعادلة	pH		٧
ارض حمضية خفيفة	〃	من	٦ - ٧
ارض حمضية	〃	〃	٥ - ٦
ارض شديدة الحموضة	〃	〃	٤ - ٥

وتعتبر أفضل الاراضي صلاحية لانماء المحاصيل هي ما كان تأثير الارض لها متعادلاً أي حوالي pH = ٧ ، وبما أن هذه الدرجة قليلة الانتشار لذا تعتبر الاراضي ذات pH ٦ - ٨ اراضي كلها صالحة لانماء جميع المحاصيل تقريباً . وأغلب الاراضي السورية قاعدية التأثير حيث تزيد درجة الحموضة عن ٧ كثيراً سوى بعض المناطق في الجبال الساحلية المطيرة والناشئة على صخور غير جيرية حيث يكون التأثير حمضياً خفيفاً و pH من ٦ - ٧ وقد ينخفض حتى ٥٫٥ .

أهمية تأثير الارض :

لقد اثبتت الدراسات العلمية الاهمية الكبيرة لاثر رقم pH على نمو المزروعات . فان كمية الكالسيوم والمغنيسيوم القابلة للتبادل ذات علاقة كبيرة برقم pH الارض ، فالاراضي الحامضية ذات رقم pH المنخفض تعاني نقصاً في كمية الكالسيوم اللازمة للنبات ، ويعمل على رفع قيمة pH باضافة الجير الى الارض .

كما لوحظ انه عند انخفاض رقم pH في الاراضي المعدنية فان كمية الالومنيوم والحديد والمنجنيز الذائبة تصبح كبيرة ، وبزيادة الكمية الذائبة للعناصر الثلاثة كثيراً تصبح سامة جداً لبعض النباتات ، رغم ان النباتات تحتاج الى الحديد والمنجنيز إلا انه بكميات قليلة .. كما انه عند ارتفاع pH تعود هذه العناصر فترسب ثانية وتقل كميتها في المحلول تدريجياً حتى نقطة التعادل وما فوقها بقليل ، وبعد ذلك تعاني بعض النباتات صعوبة في الحصول على المنجنيز والحديد اللازمين لها .

وينطبق الكلام السابق على عنصري النحاس والزنك فعند ارتفاع pH الى ٧ او اكثر تقل درجة صلاحيتها للنبات ، في حين تزداد كميتها الذائبة في الاجواء الحامضية ويصبحا سامين للنباتات ايضاً .

أما علاقة كمية الفوسفور القابلة للاستفادة في التربة فأكثر ما تكون وضوحاً مع درجة الحموضة بها ، فالمعلوم انه في درجات الحموضة المنخفضة (pH = ٤ - ٥) تتكون فوسفات الحديد والالومنيوم القليلة الذوبان جداً . إذ يكون كل من أيونات الفوسفات وأيونات الحديد والالومنيوم ذائبة فتتفاعل مع بعضها وترسب ، وتصبح الفوسفات في صورة غير ذائبة . ولذلك تعاني الزراعة في الاراضي الحامضية مشكلة نقص الفوسفور اللازم للنبات . وبارتفاع قيم pH يبدأ بعض الفوسفور في الانطلاق ويكون ذلك في صور $H_2PO_4^-$ و HPO_4^{--} الذائبة وغالباً يكون في صورة فوسفات أحادي وثنائي الكالسيوم.

وعند زيادة رقم pH لأكثر من ٧ يبدأ تكوين فوسفات ثلاثي الكالسيوم غير الذائبة ، فيقل امتصاص الفوسفور ، وهذه مشكلة التسميد الفوسفاتي في الاراضي الجيرية .

ولذلك من الضروري من وجهة امتصاص الفوسفور المحافظة على pH الارض بين ٦ - ٧ .

ويظهر تأثير قيم pH أيضاً على امتصاص الآزوت ، فالمعلوم أن معظم النباتات تمتص الآزوت في صورة نترات وقليل من النباتات تمتص الآزوت في صورة أمونيوم خصوصاً في أطوار نموها الاولى . لكن يلاحظ أن كمية الآزوت الممتصة في صورة نترات أكثر بكثير من الممتص منه في صورة أمونيوم .

وفي الاراضي شديدة الحموضة يكون امتصاص النبات للنترات أسهل ويفوق في امتصاصه للامونيوم، بينما في الاراضي القاعدية يتفوق امتصاص الامونيوم على امتصاص النترات . والسبب في ذلك يرجع الى انه عند درجات الحموضة العالية يزيد H^+ على OH^- مما يجعل أغشية جذور النبات ذات شحنة غالبيتها موجبة مما يجعل النترات أسهل في مرورها من كاتيون الامونيوم . بينما في الاراضي القاعدية حيث تزيد أيونات الايدروكسيل في الارض تصبح شحنة جذور النباتات أكثرها سالبة ، وبذلك تسمح لأيون الامونيوم بالمرور أكثر من أيون النترات .

أما الآزوت في الصورة العضوية ، فهو غير صالح للامتصاص حتى يتحول الى نترات بواسطة الاحياء الدقيقة ، ولذلك يجب أن تكون الظروف مناسبة لنشاط الميكروبات التي ستقوم بعملية التحليل .

وكذلك فان كائنات الارض تتأثر بدرجة حموضة التربة . فالمعلوم أن البكتريا والاكتينوميسيتس Actinomycetes تكون نشطة عندما تكون الارض متعادلة أو قاعدية ، ويقل نشاطها كلما اتجهت الارض ناحية الحموضة حيث تقف عند pH = ٥٫٥ . إلا أن الفطريات قادرة على الحياة حتى في البيئات الحامضية ولذلك تنتشر في الاراضي الحامضية . كما أن عمليتا التأزت وتثبيت النتروجين في الاراضي تنشطا في البيئات القاعدية وتقف كلتا العمليتين عند pH ٥٫٥ فأقل . ولذلك فان افضل بيئة حيوية في الارض هو ما كانت درجة حموضتها بين ٦ - ٧ .

ثانياً - الفعل التنظيمي للاراضي :

يقصد بالفعل التنظيمي مقاومة المركب لتغيير تركيز أيون الايدروجين فيه ، أو تغيير رقم pH ، نتيجة اضافة حمض زائد أو قلوي زائد . وتتميز المحاليل المنظمة Buffer Solutions بأن رقم pH لها لا يتغير باضافة حامض مخفف أو قلوي مخفف بكمية مناسبة . وتتكون المحاليل المنظمة عادة من وجود حمض ضعيف مع ملح ذلك الحمض مثل حامض الخليك مع خلات الصوديوم ، أو قاعدة ضعيفة مع ملح تلك القاعدة ، مثل ماءات الامونيوم مع كلوريد الامونيوم .

ويرجع الفعل التنظيمي عامة الى أن جزيئات الحامض أو القاعدة لا تتأين جميعها ، ويظل جزء منها دون انفصال ، وتسمى هذه المواد (ضعيفة التأين) . ويحدث لهذه المواد أو لمحاليلها انه اذا استهلك جزء من أيونات الايدروجين المنفردة نتيجة اضافة قلوي ، أو أيونات الايدروكسيد نتيجة إضافة حامض ، حل محلها جزء آخر جديد نتيجة لتأين الجزيئات التي لم يسبق تأينها .

وللارض قدرة على التنظيم ترجع الى وجود الغرويات المعدنية والعضوية (الطين والدبال) وهي أحماض ضعيفة التأين ، كما ترجع الى وجود الكربونات والفوسفات وخاصة مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم ، وتقاس قدرة الارض على التنظيم بكمية الحمض أو القاعدة اللازم اضافتها الى غرام واحد من الارض بحيث يتغير رقم pH فيها درجة واحدة فقط .

ولما كانت قدرة الارض على التنظيم تتوقف على نسبة الطين بها ونوعه ، وعلى المواد العضوية ، وكذلك على كربونات وفوسفات الكالسيوم لذا فان هذه القدرة تختلف في الاراضي باختلاف نسبة هذه المواد بها ، فالارض الطينية أقدر على التنظيم من الرملية ، والارض الرملية ذات المادة العضوية أقدر من الخالية منها ، وطين المونتموريللونيت أقدر من طين الكاؤولين .

والاراضي السورية عامة ، ذات قدرة كبيرة على التنظيم لارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم بها من جهة كما أن الطين الموجود بها غالباً من نوع المونتموريللونيت .

الفصل الخامس

الاراضي المالحة والقلوية

THE SALINE AND ALKALI SOILS

تلعب مشاكل الملوحة والقلوية دوراً كبيراً في الاقتصاد القومي لكثير من دول العالم . وفي سوريا تنتشر الاراضي الملحية في بعض مناطق منها وعلى الاخص في منطقة حوض الفرات حيث كانت الاراضي منزرعة ثم قل انتاج البعض منها كثيراً أو قليلا بسبب ملوحة الاراضي .

والاراضي المالحة Saline هي الاراضي التي تحتوي على كمية كبيرة من الاملاح الذائبة . أما الاراضي القلوية Alkali فهي التي ترتفع فيها نسبة الصوديوم المتبادل . وكلاهما يحول دون انتاج الارض . وقد تحتوي الاراضي القلوية على كمية زائدة من الاملاح فتعرف حينئذ بالاراضي الملحية القلوية Saline-Alkali

وتصنف الاراضي المالحة والقلوية تحت قسم الاراضي بين النطاقية Intra Zonal Soils لأنها تتأثر بعوامل محلية غير العوامل الاساسية الاخرى . ومن العوامل المحلية سوء الصرف وارتفاع مستوى الماء الارضي .

الاراضي المالحة Saline Soils

أسباب الملوحة :

يسميها الروس Solonchak كما يسميها الامريكان White Alkali لتزهر الاملاح على شكل طبقة

بيضاء . وتنتشر هذه الاراضي عادة تحت الظروف الجافة ونصف الجافة ؛ بخلاف اراضي المناطق الرطبة حيث تغسل الاملاح ، التي كانت توجد فيها أصلا نتيجة لعمليات التجوية ، الى الماء الارضي ثم الى البحار عن طريق الانهار فلا تتكون فيها مثل هذه الاراضي .

وأكثر الاملاح انتشاراً في هذه الاراضي أملاح كلورور وكبريتات الصوديوم وبعض الكالسيوم والمغنيسيوم . ويرجع ارتفاع مثل هذه الاملاح في الاراضي الى الاسباب التالية :

١ ـ ملوحة أولية : حيث ان الاملاح توجد في الارض أثناء نشأة وتكوين التربة مثل الاراضي المنخفضة التي كانت تغمر بمياه البحار أو البحيرات ، ثم جفت هذه المياه في أزمنة غابرة وتراكمت الاملاح في التربة . وكذلك الاراضي المجاورة لشواطيء البحار حيث يرتفع فيها مستوى الماء الارضي الى قرب السطح ، فيرتفع الماء بالخاصة الشعرية وتبدو في الارض اعراض الملوحة . وقد تكون الاراضي المجاورة للبحار ذات منسوب منخفض فيرشح الماء من البحار الى هذه الارض ليغمرها بالمياه المالحة .

٢ ـ ملوحة ثانوية : إذ أن الاراضي لم تكن مالحة ، ومع الاستثمار الزراعي السيء تسوء خواص الارض وتنتشر فيها الملوحة . وعادة تنتشر مثل هذه الاسباب في اراضي المناطق الجافة ونصف الجافة . فالري بمياه مالحة أو بها بعض الملوحة يجعل نسبة الاملاح تتراكم في التربة لأن النبات سيمتص الماء ويدع الاملاح الذائبة في ماء الري لتتراكم في التربة . كذلك تتكون الملوحة في الاراضي المزروعة مروياً ، حيث أن الاسراف بمياه الري يؤدي الى ارتفاع مستوى الماء الارضي ، كذلك قد تتسرب المياه من الاقنية الى الاراضي المجاورة فتساهم في رفع منسوب الماء الارضي . وفي المناطق الجافة ونصف الجافة حيث يكون معدل التبخر كبيراً ترتفع المياه بالخاصة الشعرية الى السطح فتتبخر وتتراكم الاملاح في الطبقات السطحية .

وعادة تتعرض الاراضي لفعل غسيل الاملاح إما تحت تأثير مياه الامطار أو مياه الري فتتخلص من بعض أملاحها . وعموماً فان مستوى الملوحة في الارض يرتبط كلياً بمحصلة مجموعتين من العوامل : عوامل تؤدي الى زيادة الملوحة في التربة Input ، وعوامل تؤدي الى ازالة الملوحة منها Output كما في الصرف والرشح العميق . ويلاحظ أن عملية الري قد تكون وسيلة لزيادة الاملاح : إذا أفرط بمياه الري مع عدم وجود الصرف ، أو كانت مياه الري مالحة ، أو أن المياه ترشح من الاقنية لترفع مستوى الماء الارضي . كما أن عملية الري قد تخفض من كمية الاملاح ، وذلك عن طريق الغسيل كما في اصلاح الاراضي المالحة ، ويشترط لذلك اما وجود مصارف أو استخدام الرشح العميق إذا كانت نفاذية الارض تسمح بذلك . والجدير بالذكر أن عملية تخليص التربة من املاحها تعرف باسم Desalinization ، بينما تجمع الاملاح في الارض يطلق عليه اسم التمليح Salinization .

درجة تحمل النباتات للملوحة :

يعزى التأثير الضار للاملاح الذائبة الى تقليل النشاط الكيماوي للماء ، حيث تجذب الاملاح الذائبة جزيئات الماء فتقل حركتها وانتشارها ويتغير تبعاً لذلك الضغط الاسموزي ، وتضعف قدرة جذور النبات على امتصاص الماء . وتختلف الانواع العديدة من النباتات في درجة تحملها للايونات المختلفة التي توجد في المحلول الارضي ، فبعضها يتأثر بالكلور أكثر من الكبريتات أو العكس . كما يتأثر النبات بأملاح المغنيسيوم أكثر من الصوديوم والكالسيوم .

كذلك يختلف تأثير الاملاح باختلاف قوام الارض واختلاف قدرتها على احتجاز الماء ، فان وجود أي كمية من الاملاح لكل وحدة وزنية من الارض الرملية تسبب زيادة تركيز الاملاح في محلولها الارضي عند ثابت الرطوبة الارضية (معامل الذبول مثلا) عن الكمية المماثلة من الاملاح في الارض الدقيقة القوام ويرجع ذلك الى أن نسبة الرطوبة في الارض الطينية عند معامل الذبول مثلا تكون أعلى من مثيلتها في الاراضي الرملية ، ولذلك فان كمية من الاملاح مقدارها ٠،٥٪ من التربة تكون أكثر تركيزاً في الاراضي الرملية عن الاراضي الطينية عند رطوبة معينة وبالتالي تكون أكثر ضرراً .

ويبلغ تركيز الاملاح في الاراضي مختلفة القوام عند درجة تشبع الارض بالرطوبة ١/٤ الكمية تقريباً المستحصلة من المحلول الارضي عند نسبة الذبول ، و ١/٢ الكمية المستحصلة عند السعة الحقلية ، وذلك طبقاً للعلاقة الاساسية التي ترتبط بها نسبة تشبع الارض بالرطوبة وثوابت الرطوبة الارضية . ويمكن تفسير ذلك بأنه عند تغيير الرطوبة في الارض من نسبة الذبول الى درجة التشبع ، فان الاملاح الموجودة في المحلول الارضي تصبح مخففة . وعلى العكس تصبح مركزه في المحلول الارضي اذا استنفذت المياه من الارض ووصلت الى نسبة الذبول ، لهذا نلاحظ أن أكثر ما يكون تلف المحاصيل في الصيف الحار عنه في الصيف المعتدل ، وكذلك في نهاية فترة الرية عن بدايتها .

ويعتبر Sigmond and Scofield أن النبات يبدأ في التأثر بالاملاح اذا بلغت نسبتها من ٠،١ - ٠،٢٪ بالوزن ، أو إذا زاد التوصيل الكهربائي لمحلول الارض المشبعة بالرطوبة عن ٤ ملليمو / سم على درجة ٢٥م° .

ولقد وجد أن النخيل يتحمل الملوحة بدرجة كبيرة ، يليه الرمان والتين والعنب والزيتون ثم الحمضيات والتفاحيات . والفصة والشعير والشيلم يتحملان الملوحة ، يليها الذرة البيضاء فالارز فالقمح ، وأقلها تحملا الذرة الصفراء . والقطن والشوندر السكري يتحملان الملوحة بدرجة كبيرة ، أما الكتان والبرسيم فيتحملان الملوحة بدرجة متوسطة . الشوندر والجزر يتحملان الملوحة بدرجة كبيرة . بينما الكرنب (الملفوف) والقرنبيط والخس والبصل والبندورة تتحمل الملوحة بدرجة متوسطة أما البطاطا

والبازلاء والفول فتتحمل الملوحة بدرجة أقل . وعلى العموم ، يعتبر كل من طور البادرة وطور الازهار أقل الاطوار تحملا للملوحة .

تقدير الأملاح الذائبة في الارض :

تقدر الاملاح الذائبة في الارض بطريقة التجفيف ، أو بطريقـــة التوصيل الكهربائي ، وذلك باستخلاصها من التربة باضافة كمية من الماء الى وزن معين من الارض . وتوجد عدة نسب شائعة مثـل: استخلاص الماء عند تشبع الارض بالرطوبة وتسمى عند ذلك العجينة المشبعة ، أو نسبة ١ : ١ أي وزن تربة الى نفس الوزن ماء ، أو ١ : ٢٫٥ أو ١ : ٥ أو ١ : ١٠ أو ١ : ٢٥ . وتختلـــف الايونات المستخلصة باختلاف نسبة الماء المستعملة في الاستخلاص ، فالمحاليل الارضية ذات النسبة المرتفعة من الماء : للارض ، أقل دقة في تقديرها لمحتويات المحلول الارضي من النسب المنخفضـــة من الماء : للارض وذلك لاستخلاصها كميات زائدة من الاملاح عن الموجودة في الارض عند السعة الحقلية المعتادة .

وايضاً فان انواع الايونات المستخلصة قد تختلف عن تلك الموجودة في المحلول الارضي ، مثال ذلك كمية Ca^{++} ، SO_4^{--} في أرض جبسية تبلغ ٥/ مرات في المستخلص المحضر بنسبة ١ : ٥ عنه في المستخلص ذا النسبة ١ : ١ ، لهذا يجب ذكر النسبة المستعملة في الاستخلاص ، لأن نسبة (الارض: الماء) تؤثر على كمية ومكونات الاملاح المستخلصة . بينما لا تتـأثر كمية الاملاح الذائبة مثل كلـــور الصوديوم بنسبة الاستخلاص نظراً لقابليته الشديدة الذوبان . ويعطي استخلاص الارض عند السعة الحقلية المعتادة مقياساً للاملاح الذائبة أكثر دقة . وترتبط نسبة الرطوبة عند درجة التشبع بثوابت الرطوبـــة الارضية وعلى الاخص بالرطوبة عند السعة الحقلية ، حيث تعتبر مقياس بسيط للاملاح في الارض والذي يعتمد في قياسه على التوصيل الكهربائي المستخلص . وتعتبر درجة الرطوبـة في الارض عند التشبع أعلى نسبة رطوبة يمكن أن توجد في الارض العادية ، ولذلك يوصى باستخلاص الاملاح عند درجة تشبـــع الارض بالماء أي بطريقة العجينة المشبعة .

ويجري قياس كمية الاملاح الكلية بطريقة التوصيـــل الكهربائي Electric Conductivity وتختصر بالرمز EC وهي عكس المقاومة ووحداته المو Mhos عكس الاوم Ohms . وعادة ماتستعمل وحـدات أقل : ملليمو Millimhos ، والتوصيل النوعي لمحلول ما عبارة عن التوصيل الذي يمكن تقديره في درجة ٢٥°م بين قطبي بلاتين موضوعـين على بعد ١ سم ويشغلان حجماً قدره ١ سم٣ . ويتكون الجهاز الذي يستعمل في ذلك من قنطرة مقاومة كهربائية وخلية توصيل ذات قطبين بلاتين ، تملأ بالمحلول المراد تقديره كما تعرف درجة الحرارة ايضاً . ويستطيع مؤشر خاص يتحرك أمام تدريج معين أن يعطي قراءةالتوصيل الكهربائي المستخلص ، والذي يتناسب طردأ مع درجة تركيز الاملاح في المستخلص .

وقد انتشرت هذه الطريقة نظراً لبساطتها وسهولة اجرائها ، كما يمكن منها الحصول على تركـــيز

الاملاح بالوزن ، وكذلك معرفة الضغط الاسموزي للمحلول الارضي ، وذلك عن طريق العلاقات الخطية بين التوصيل الكهربائي النوعي في المستخلص المائي للارض ، وتركيز الاملاح المقدرة بالتحليل والمعبر عنها بالمليليمكافيء انيونات او كاتيونات في ليتر من المحلول ، ويمكن توضيح هذه العلاقات بالتالي :

١ — عدد ملليمكافئات الاملاح في ليتر من المستخلص = مكافيء في المليون =

١٢٫٥ × التوصيل النوعي بالملليمو / سم

ويلاحظ ان الرقم ١٢٫٥ هو رقم متوسط لعامل الاملاح وهي بصورة مفردة في المستخلص . إذ يتراوح هذا العامل للاملاح المفردة :


$NaCl$ ، $CaCl_2$, $MgCl_2$, Na_2SO_4 , $CaSO_4$, $MgSO_4$, $NaHCO_3$

من ٨ — ٢٠ . ويكون الرقم كبيراً في حالة الايونات الثنائية وصغيراً في حالة الايونات الاحادية .

٢ — النسبة المئوية للاملاح في المحلول = ٠٫٠٦٤ × التوصيل النوعي بالملليمو/سم .

باعتبار ان متوسط الغرام — مكافيء للاملاح في التربة = ٦٤ .

٣ — النسبة المئوية للاملاح في الارض =

$$٠٫٠٦٤ \times \text{التوصيل النوعي} \times \frac{\text{النسبة المئوية للماء في الارض عند الاستخلاص}}{١٠٠}$$

٤ — الضغط الاسموزي للمحلول (جو) = ٠٫٣٦ × التوصيل النوعي بالملليمو/سم .

ويستعمل العامل ٠٫٣٦ جيداً لكلوريد الصوديوم في المحاليل المستخلصة من اراضي ملحية وقلوية .

ويلزم مقارنة تركيز الاملاح في مستخلص الارض : الماء بالتقدير الوزني بالتبخير . كما يجري تقدير أنواع الانيونات والكاتيونات في المحلول وكمياتها .

حدود التأثير الضار للاملاح في الارض :

يصعب تحديد نسبة ثابتة للاملاح في الاراضي التي يبدأ عندها الضرر للنبات ، حيث أن هذا يرتبط بقوام الارض ونوع الاملاح والنبات النامي وطور النمو ، فطور الازهار أقلها تحملا للملوحة مثلا .

ولتوضيح ذلك نوضح المثال التالي :

أرضان ، احداهما رملية صفراء والاخرى طينية ، وكلاهما يحتوي على نسبة واحدة من الاملاح .

فان تركيز الاملاح في المحلول الارضي عند نسبة الذبول للارض الرملية يزيد بمقدار حوالي ١٠ أمثال نظير في الارض الطينية ، وذلك لأن نسبة الذبول فيها تقل عن الارض الطينيه كثيراً .

كذلك إذا كانت نسبة الرطوبة التي تشبع الارض مثلا ١٠٠٪ فان تركيز الاملاح في المحلول الارضي يكون مساوياً لتركيز الاملاح في الارض الجافة . لأنه اذا فرض أن التوصيل الكهربائي = ١٠ مالليموس/سم في مستخلص الارض المشبعة ، فمن المعادلة (٣) تكون :

النسبة المئوية للاملاح في الارض وكذلك في المحلول :

$$١٠ \times ٠٫٠٠٦٤ \times \frac{١٠٠}{١٠٠} = ٠٫٠٦٤٪$$

وفي أرض اخرى اذا كانت نسبة تشبعها بالرطوبة ٨٠٪ فقط فان تركيز الاملاح في الارض الجافة يكون $\frac{٨٠}{١٠٠}$ من نظيره في مستخلص الارض المشبعة حيث أن :

النسبة المئوية للاملاح في مستخلص الارض المشبعة (المحلول) = ٠٫٠٠٦٤ × ١٠ = ٠٫٠٦٤٪

النسبة المئوية للاملاح في الارض = $١٠ \times ٠٫٠٠٦٥ \times \frac{٨٠}{١٠٠} = ٠٫٠٥١٪$

ولقد حاول العلماء وضع حدود لكمية الاملاح في التربة والتي يظهر أثرها الضار على النباتات . فاعتمد البعض تركيز الاملاح في المحلول كنسبة مئوية ، واعتمد البعض تركيز الاملاح في التربة كنسبة مئوية ، ولكن كثيرين من ذوي الخبرة والمشتغلين بعلوم الاراضي يميلون حديثاً الى استخدام وحدات التوصيل الكهربائي لمستخلص الارض بطريقة العجينة المشبعة (والذي يرمز له بالرمز ECe) في وضع حدود لما يسمى مقياس الملوحة The Salinity Scale . حيث قسمت ملوحة الاراضي كما هو واضح في الجدول رقم ١٨ الى ٥ مجموعات طبقاً للتوصيل الكهربائي بالمليموز / سم لمستخلص العجينة المشبعة كالتالي : أراضي غير مالحة ، أراضي قليلة الملوحة ، أراضي متوسطة الملوحة ، أراضي عالية الملوحة ، اراضي عالية الملوحة جداً .

تأثير الملوحة على خواص الارض :

تتوقف الخواص الكيميائية للاراضي الملحية على نوع وكمية الاملاح المختلفة الموجودة . إذ أن زيادة تركيز كاتيون معين في محلول التربة يعقبه زيادة كمية الكاتيون نفسه في مركب الادمصاص . ويلاحظ ان ارتفاع الصوديوم في التربة الى الحد الذي يجعل كمية الصوديوم المتبادل تساوي أو تزيد عن ١٥٪ من مجموع الكاتيونات المتبادلة ، يحول هذه الاراضي من اراضي مالحة الى اراضي قلوية . كذلك فان

جدول (١٨) مقياس الملوحة في الاراضي The Salinity Scale

التوصيل النوعي لمستخلص الارض المشبعة (بالمليمو / سم)

صفر – ٢	٢ – ٤	٤ – ٨	٨ – ١٦	١٦ <
غير ملحية عادة ما يهمل تأثير الاملاح	ملوحة بسيطة قد تؤثر على المحاصيل الحساسة بالنسبة للملوحة	ملوحة متوسطة تؤثر على معظم المحاصيل	ملوحة عالية قد تتحملها فقط المحاصيل التي تتحمل الملوحة ،	ملوحة عالية جداً . قد تتحملها نباتات قليلة تقاوم الملوحة كالحشائش وبعض الاشجار

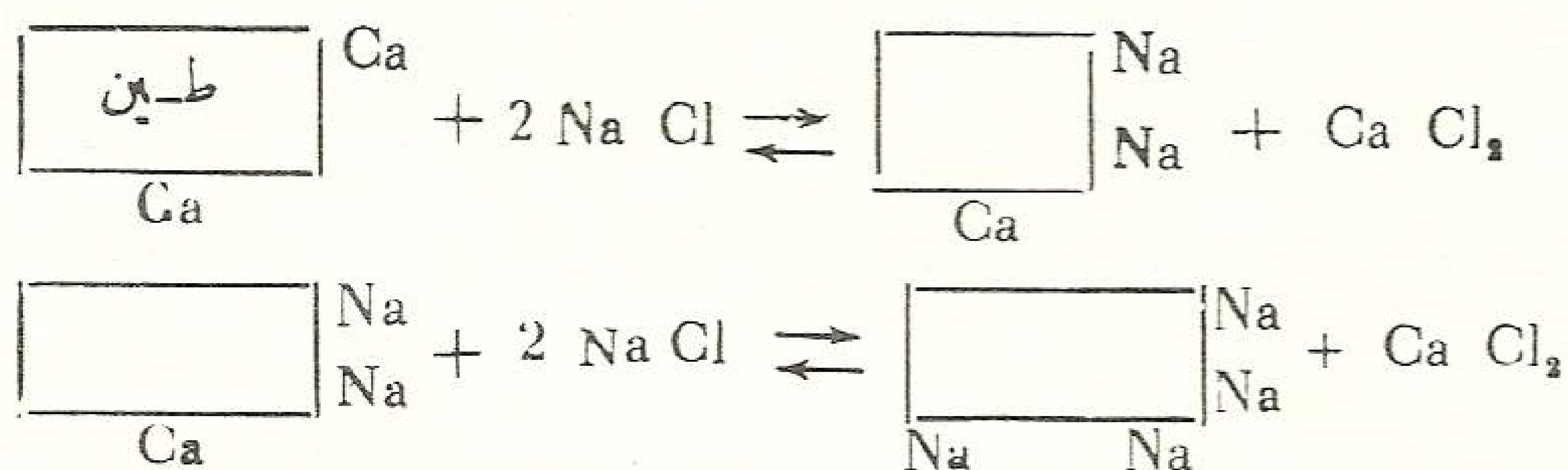
الاملاح تؤثر بوضوح في خواص الارض الطبيعية حيث تعمل الاملاح عادة على تجميع المواد الغروية بالارض ، لذا يلاحظ في الاراضي الملحية غير المستصلحة ان غروياتها متجمعة ودرجة نفاذيتها للماء عالية ، وتبدو هشة عند المشي عليها وهي جافة ، وبعد اصلاح الارض وغسيلها من الاملاح يلاحظ تناقص درجة نفاذية هذه الارض .

الاراضي القلوية Alkali Soils

تكوين القلوية Alkalization :

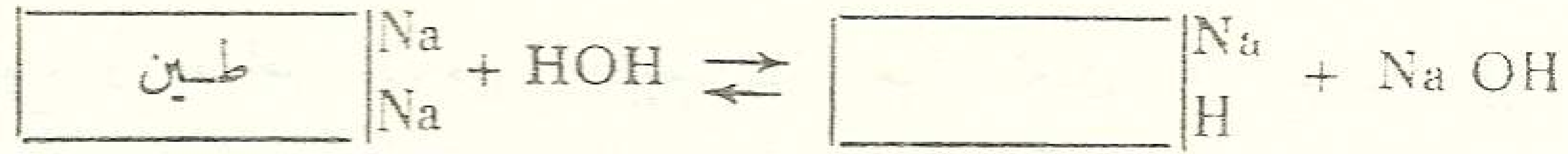
عند تراكم الاملاح في الارض Salinizatin يحدث هناك توازن بين الكاتيونات الذائبة في المحلول الارضي والكاتيونات المتبادلة في مركب الامتصاص . فزيادة تركيز الصوديوم في المحلول يتبعه زيادة المتبادلة منه بالاحلال محل كاتيونات اخرى .

وكلما زادت كمية الصوديوم المتبادل تزداد قلوية الارض وتسمى العملية Alkalization . وقد يختلف الوقت الذي تتحول فيه الارض من ملحية الى قلوية حسب نوع الاملاح السائدة فاذا كانت املاح الكالسيوم والمغنيزيوم تأخر تكوين القلوية ، وان كانت املاح الصوديوم تكونت القلوية بسرعة . وتوضح المعادلات التالية ذلك .

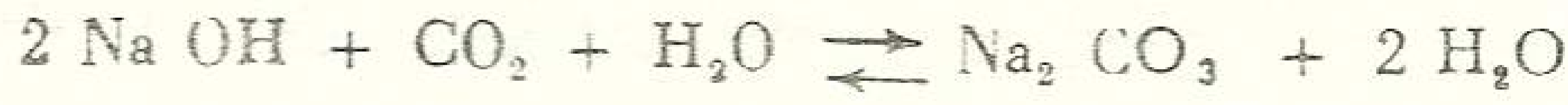


واذا غسلت الارض القلوية طبيعياً أو صناعياً ، تتحرك الاملاح الذائبة الى اسفل ، ويتفرق الغروي ، وتصبح الارض غير منفذة للماء والهواء ، وتسوء خواص الارض الطبيعية . وعادة ما تصل هذه الحالة في الارض بزيادة الصوديوم المتبادل الى اكثر من ١٥٪ من مجموع الكاتيونات المتبادلة .

واذا لم يكن في الارض ما يحل محل الصوديوم المتبادل فانه يتحلل مائياً مكوناً (NaOH)،(H^+) والاخير يتبادل على مركب الامتصاص وتتفاعل Na OH المتكونة مع CO_2 الماء مكونة كربونات صوديوم .



$$\boxed{\text{طين}}\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix} + HOH \rightleftharpoons \boxed{\quad}\begin{matrix}Na\\H\end{matrix} + Na\,OH$$



$$2\,Na\,OH + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Na_2\,CO_3 + 2\,H_2O$$

ووجود كربونات الصوديوم يتسبب عنه ارتفاع pH الارض فقد تصل الى ١٠ . ويسمي الامريكان مثل هذه الاراضي ارض قلوية سوداء Black Alkali ، لأن كربونات الصوديوم تذيب المواد العضوية الدبالية وعند الجفاف نتيجة تبخر المياه تتكـون طبقة سوداء على سطح الارض . كما تسمى بأراضي Solonetz ، والتي فيها تحمل السليكا التي ازيلت من افق آ ، نتيجة لتفاعل كربونات الصـوديوم مع المركب الغروي ، كمادة لاحمة في أفق ب مكونة طبقة صماء ، ويمتاز افق ب بأنه ذات بناء منشوري أو عمودي متماسك جداً ، خصوصاً عند الجفاف .



$$Na_2\,SiO_3 + 2\,H_2O \rightarrow 2\,Na\,OH + H_2O + SiO_2$$

ويلاحظ أن ظاهرة القلوية قد ارتبطت في الاذهان بوجود كربونات صوديوم في التربة ، وهـذا فهم خاطىء إذ ان ايونات الكربونات توجد ، كما بينا ، نتيجة لتأين الطين الصوديومي وتفاعله مع غازالفحم بوجود الماء . إذ القلوية هي زيادة الصوديوم المتبادل أكثر من ١٥٪ من مجموع الكاتيونات ، وأماتكون الكربونات فهي مرحلة تالية لذلك .

ودرجة تشبع الطين بالصوديوم تتأثر بنوع ملح الصوديوم الموجود في المحلول الارضي ، فالاراضي القلوية التي تحتوي تركيز عالي نسبياً من كربونات الصوديوم ، تؤدي في نفس الوقت الى احتوائها على زيادة من الصوديوم المتبادل عما لو احتوى المحلول الارضي على نفس درجة التركيز من كلوريد الصوديوم مثلا وكانت خالية من كربونات الصوديوم . ذلك لأن الـكالسيوم والمغنيسيوم اللذين حل الصوديوم محلهما على مركب الامتصاص يتحدان مع الكلوريد الباقي من كلوريد الصوديوم الموجود في التربة ، ويتكون عن ذلك كلوريدات الـكالسيوم والمغنيسيوم القابلين للذوبان في المـاء . بينما اذا احتوت التربة على كربونات الصوديوم ، فان الـكالسيوم والمغنيسيوم اللذين حل الصوديوم محلها ، يتحـدان مع الكربونات المتبقية من كربونات الصوديوم ، ويتكون من ذلك الاتحاد كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم ، وهي املاح قليلة الذوبان جداً . وفضلا عن ذلك فان ملح كربونات الصوديوم يؤدي لتفرقة عالية إذ أنه لزج عند ذوبانه في الماء ، فضلا عن انه سام للنباتات .

ويمكن تلخيص ماسبق بالتالي :

١ ـ الاراضي المالحة : وهي الاراضي التي يسود فيها تأثير امـلاح الـكالسيوم والمغنيسيوم ، عن تأثير الصوديوم ، على صفات الارض الطبيعية والكيماوية . وعادة ما تكون نسبة الصوديوم المتبادل فيـها

أقل من ١٥٪ ، pH الارض أقل من ٨٫٥ ، والتوصيل الكهربائي أكثر من ٤ ملليموز/سم . كما تعمل الاملاح على تجميع الغروي .

٢ ـ الاراضي القلوية وهي الاراضي التي يؤثر الصوديوم فيها على خواص الارض الطبيعية والكيماوية. ويقسم هذا الى قسمين :

آ ـ أراضي ملحية قلوية : ونسبة الصوديوم المتبادل فيها أكثر من ١٥٪ ، درجة حموضة الارض لاتتعدى ٨٫٥ ، ودرجة التوصيل الكهربائي أكثر من ٤ ملليموز/سم . وتعمل الاملاح على تجميع الغروي، وإذا غسلت ولم يكن بها جبس تتحول الى القلوية وتسوء خواصها .

ب ـ أراضي قلوية : وهي التي ازيلت منها الاملاح الذائبة ، ويزيد فيها الصوديوم المتبادل عن ١٥٪ ، pH الارض أكثر من ٨٫٥ وقد يصل الى ١٠ ، والتوصيل الكهربائي أقل من ٤ ملليموز/سم. ويظهر تأثير الصوديوم فيها فتسوء خواص الارض الطبيعية بسبب تفرق الغروي كما أن نفاذيتها للماء والهواء بسيطة .

اصلاح الاراضي المالحة والقلوية

Reclamation of Saline and Alkali Soils

قبل البدء في اصلاح الارض يجب عمل حصر تفصيلي للارض يشمل النقاط التالية :

١ ـ دراسة حقلية : تهدف الى الحصول على كافة البيانات الخاصة بالارض من حيث : طبوغرافيتها ، وانحدارها ، وقدرتها الانتاجية ، وحالة الري والصرف ، وطرق الخدمة بها . ثم تعمل قطاعات أرضية على أبعاد تتوقف على اختلاف الارض . يدرس القطاع من حيث : عمقه ، ونظام تعاقب الطبقات ، ولون الارض ، وقوامها ، وبناؤها ودرجة تعمق الجذور ، ومستوى الماء الارضي .

٢ ـ دراسة مخبرية : تجرى على العينات التي تجمع من القطاعات الحقلية للتعرف على خواص الارض الطبيعية والكيماوية . وتشمل التقديرات الطبيعية التالية :

آ ـ قوام الارض للتعرف على درجة نعومة أو خشونة الارض باجراء التحليل الميكانيكي للتعرف على النسب المختلفة لمجموعات الحبيبات ذات الاحجام المختلفة في الارض .

ب ـ بناء الارض للتعرف على تنظيم الحبيبات الارضية باجراء التحليل الحبيبي باستعمال النسبة المئوية للحبيبات المركبة ذات حجم معين كدليل على بناء الارض .

جـ ـ النفاذية Permeability وهي من أهم الصفات الطبيعية للاراضي الملحية لعلاقتها بعمليات الاصلاح . وتشير الى قدرة الارض على نفاذ الماء ويعرف معامل النفاذية بأنه عبارة عن معدل مرور الماء خلال منطقة مسامية من الارض مساحتها الوحدة ومتعرضة لوحدة الضغوط في وحدة الزمن على درجة ١٥ م° .

د ـ رشح الماء Infilteration ويقصد به حركة الماء الى أسفل خلال الارض عقب الري . ومعدل الرشح ، يعرف بكمية الماء التي تنفذ في الارض في وحدة زمنية معينة .

كما تشمل التقديرات الكيماوية التالية :

آ ـ مجموع الاملاح الذائبة ، أو درجة التوصيل الكهربائي بالمليمو/سم على درجة ٢٥ م في مستخلص الارض المشبعة بالرطوبة .

ب ـ pH الارض ، وتقاس في عجينة الارض أو مستخلص الارض ويمكن التعرف منه على الصوديوم المتبادل .

جـ ـ كربونات الكالسيوم وكذلك كبريتات الكالسيوم ان وجدت ، حيث أن كمية الموجود منها تحدد مدى قابلية الارض للاصلاح .

د ـ الايونات الذائبة وتقدر في المستخلص المشبع وتشمل الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكربونات الذائبة ، البيكربونات ، الكلوريد ، الكبريتات ، البورون . والتي عن طريقها يمكن التعرف على بعض العلاقات المهمة في عمليات الاصلاح مثل :

$$\text{نسبة الصوديوم المدمص SAR} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

كما أن وجود الكربونات الذائبة دليل آخر على وجود القلوية وسيادة الصوديوم في مركب الامتصاص ، كما أن زيادة تركيز البورون سام للنبات ويلزم التخلص منه في الاصلاح .

هـ ـ الكاتيونات المتبادلة ، وتقدير النسبة المئوية للصوديوم المتبادل . وذلك عن طريق تقدير مجموع الكاتيونات المتبادلة وكذلك تقديرها منفصلة وهي كالسيوم ، مغنسيوم ، صوديوم ، بوتاسيوم . ثم حساب نسبة الصوديوم المتبادلة بالمليمكافيء من مجموع الكاتيونات المتبادلة :

$$\text{نسبة الصوديوم المتبادل ESP} = \frac{\text{الصوديوم المتبادل بالمليمكافيء}}{\text{مجموع الكاتيونات المتبادلة بالمليمكافيء}} \times ١٠٠$$

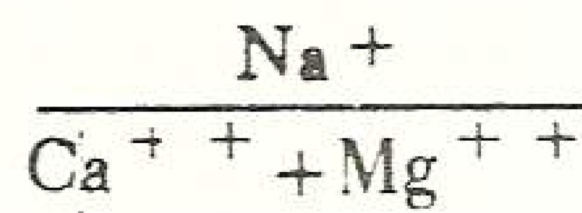
و ـ التحليل الكيماوي لماء الري المستعمل ومياه الصرف والغسيل ، ويشمل تقدير درجة التوصيل الكهربائي ، وكذلك الكاتيونات والانيونات الذائبة فيها .

٣ ـ دراسة تصنيفية : وفيها تجمع الاراضي المتماثلة في خواص قطاعاتها الطبيعية والكيماوية في قسم واحد . وتوضع هذه الاقسام على خريطة بمقياس رسم مناسب . ويعطي لكل قسم لون خاص يكتب له رمز توضيحي مبسط بالارقام والحروف يوضح صفات الارض . كما يرفق مع كل خريطة تقرير عبارة عن سجل شامل للبيانات المطلوبة والمهمة . وبعد اجراء هذه الخطوات الثلاثة يمكن التعرف على حالة الارض، ودرجة الملوحة والقلوية فيها ، كما يمكن عمل خطة الاصلاح لامكان خفض درجة الملوحة او القلوية ، وتقدير احتياجاتها للغسيل أو الصرف ، والكيماويات اللازمة ، وصلاحية المياه للري ... الخ .

والجدول (١٩) يبين أقسام الارض تبعاً لكمية الاملاح الموجودة بها ، وللنسبة المئوية للصوديوم المتبادل مرتبة حسب قابليتها للاصلاح .

اصلاح الاراضي المالحة :

ويتم ذلك بالتخلص من الاملاح الذائبة عن طريق الغسيل ، بعد شق المصارف اللازمة ، للتخلص من هذه الاملاح ، وليس هناك مايدعو لاستعمال كيماويات كالجبس أو الكبريت ، إذا كانت نسبة :



$$\frac{Na^{+}}{Ca^{++} + Mg^{++}}$$

بالمليمكافيء ، الذائب في المحلول الارضي اقل من ٢ تقريباً ، حيث أن تبادل الصوديوم في مركب الامتصاص يكون بسيطاً . كما أنه اذا احتوت الارض على جبس فان الكالسيوم يحل محل الصوديوم المتبادل عند الغسيل ويلزم توفير مصدر للمياه اللازمة للغسيل ، بحيث يكون تركيز الاملاح فيها منخفضاً . وقد يمكن استعمال مياه المصارف المتوسطة الملوحة احياناً على ان يحتاط من قلوبتها في بدء عمليات الغسيل . ويكون الصرف مكشوفاً في باديء الامر اذا كانت نسبة الاملاح مرتفعة ، أو مغطى اذا كانت الملوحة متوسطة.

وغسيل الاملاح أما ان يكون سطحياً إذا كانت هناك طبقة سميكة من الامــــلاح فوق سطح الارض ، وفيها تغمر الارض بالماء لاذابتها ثم صرفها سطحياً حتى لا يرشح الماء المحتوى على الاملاح خلال الارض . أو يكون الغسيل جوفياً ، وهو المتبع ، لكفاءته في التخلص من الاملاح من عمق نمو جذور النبات . وكمية الماء اللازم للغسيل ترتبط بكمية الاملاح ونوعها وخواص الارض بالنسبة لنفاذيتها للماء .

ويلزم عمل حساب لكمية الماء اللازمة حسب السعة المائية للارض ، واحتياجات المحاصيل للمـاء، وكمية المياه اللازمة للغسيل ، كما يلزم اختبار ماء الصرف ومقـارنته بالماء المضاف للتعرف على سير عملية الغسيل وعمل تحليل للارض بعد عمليات الغسيل باستمرار .

كما يلزم زراعة المحاصيل الملائمة مثل الارز ليساعد على زيادة نفاذية الارض بفعل جذور النباتات ، كما أن ثاني اكسيد الكربون الناتج من تنفس الجــذور والذائب في الماء يساعد على تحويل كربونات الكالسيوم الى بيكربونات كالسيوم أسهل ذوباناً ، تسهل من تبادل الصوديوم في مركب الامتصاص بالكالسيوم.

جدول (١٩)

تصنيف الاراضي حسب درجة الملوحة والقلوية

نوع الارض	مجموع الاملاح الذائبة ٪	التوصيل الكهربائي (عجينة ـ ملليمو/سم)	pH الارض	صوديوم متبادل ٪
القسم الاول :	لاتزيد عن ٠٫٢ ٪	٤ ملليمو/سم	أقـل من ٨٫٥	أقل من ١٥ ٪
القسم الثاني :	من ٠٫٢ ـ ٠٫٥ ٪	٤ ـ ٨ ـ	ـ ـ ـ	ـ ـ ـ
القسم الثالث :	من ٠٫٥ ـ ١ ٪	٨ ـ ١٦ ـ	٩	حوالي ١٥ ٪
القسم الرابع :	بسيطة	أقل من ٤ ملليمو/سم	تصل الى ١٠	أكثر من ١٥ ٪

ويحسن ترك الارض لتجف بعد عمليات الغسيل لأن الجفاف يعمل على تشقق الأرض مما يساعد على سرعة نفاذ أو رشح الماء .

كما يلزم استعمال الاسمدة البلدية والعضوية وحرث المحاصيل الخضراء والتي تحسن من البناء الارضي فتسرع من نفاذية الماء وسرعة الغسيل .

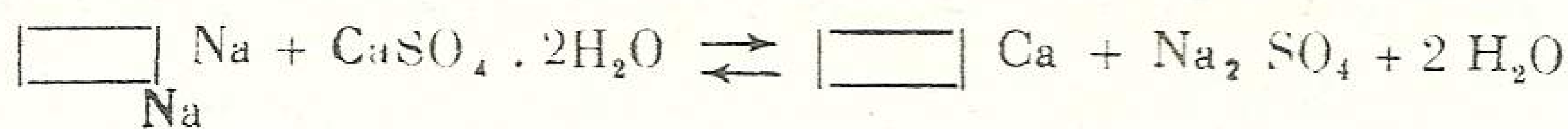
اصلاح الاراضي القلوية :

سبق أن ذكر أن الاراضي القلوية هي التي يزيد بها الصوديوم المتبادل عن ١٥٪ من مجموع الكاتيونات المتبادلة ، وقد تحوي كربونات صوديوم تتراوح بين ٠٫٠٥٪ الى ٠٫٢٪ . ولا تستصلح هذه الاراضي بالغسيل ، حيث ان الماء يعمل على تحلل الصوديوم المتبادل مائياً ويتكون ماءات صوديوم ثم كربونات صوديوم ، ويرتفع pH الارض ، وتتفرق غرويات الارض وتصبح لزجة . لهذا تستصلح بالتخلص من كربونات الصوديوم وذلك باستعمال الجبس الذي يتفاعل مع Na_2CO_3 وتحوله الى ملح متعادل هو Na_2SO_4 الذي يزول بالغسيل والصرف ، ويتم التفاعل وفقاً للمعادلة :



$$CaSO_4 . 2H_2O + Na_2CO_3 \rightleftharpoons CaCO_3 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

كما يحل الكالسيوم محل الصوديوم في مركب الامتصاص ، ويتكون طين كلسي كما يتكون كبريتات صوديوم ، تزال مع ماء الغسيل ايضاً .



$$\boxed{}\begin{matrix}Na\\Na\end{matrix} + CaSO_4 . 2H_2O \rightleftharpoons \boxed{}Ca + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

كما يلزم المحافظة على طين الكالسيوم بصرف الاملاح الناتجة .

وإذا احتوت الارض على أملاح ذائبة كثيرة كما في حالة الاراضي القلوية الملحية ، فانه يلزم خفض كمية الاملاح بالغسيل قبل اضافة الجبس حتى لا تعوق هذه الاملاح تفاعلات التبادل . وقد وجد Gedroiz انه لا يتم الاصلاح اذا كانت نسبة أملاح الصوديوم في الارض (كلوريد صوديوم مثلا) ٠٫٢٤ - ٠٫٣٥٪ ، ذلك لأن الصوديوم يمنع تبادل الكالسيوم في مركب الامتصاص . ولذلك عند اصلاح الاراضي القلوية باضافة الجبس ، يحسن غسيل الارض بالماء بعد اضافة الجبس للتخلص من كبريتات الصوديوم المتكونة .

ويمكن حساب كمية الجبس اللازمة لأرض ما سعتها التبادلية ٤٠ ملليمكافيء/١٠٠ غ تربة ؛ ونسبة الصوديوم المتبادل فيها ٢٠٪ مثلا ، ونسبة كربونات الصوديوم ٠٫١٠٦٪ .

ويكون الحل كالتالي :

عدد ملليمكافئات الصوديوم المتبادل = ٤٠ × $\frac{٢٠}{١٠٠}$ = ٨ ملليمكافيء/١٠٠ غ تربة.

عـــدد ملليمكافئات كربونات الصوديوم = $\frac{١٠٦}{٥٣}$ = ٢ ملليمكافيء/١٠٠غ تربة .

كمية الجبس اللازمة لكل ١٠٠ غ تربة تساوي :

(٨ + ٢) × ٨٦ = ٨٦٠ ملليغرام ، (٨٦ = الوزن المكافيء للجبس)

ولما كان وزن التربة في ١ دونم أرض لعمق الطبقة السطحية =

١٠٠٠ × ٠٫٢ × ١٫٢٥ = ٢٥٠ طن = ٢٥٠ ٠٠٠ كغ

حيث أن عمق الطبقة السطحية ٢٠ سم ، والكثافة الظاهرية ١٫٢٥غ/سم^{٣} .

∴ كمية الجبس اللازمة لاصلاح دونم أرض لعمق الطبقة السطحية يساوي :

$\frac{٢٥٠ ٠٠٠ ٠٠٠}{١٠٠}$ × ٨٦ = ٢١٥٠٠٠٠غ = ٢٫١٥٠ طن/دونم

ويلاحظ ان الكمية التي احتسبت من الجبس ، على اساس ان الاحلال يتم محل كل الصوديوم المتبادل ، وهذا لا يحدث تحت الظروف الطبيعية . حيث ان النسبة ٢٠٪ عادة تنخفض الى أقل من ١٥٪ ولكن ليس مايمنع من استعمال كميات من الجبس اكثر من اللازم للاسراع من تفاعلات التبادل تحت الظروف الحقلية ، وفي نفس الوقت فان نقاوة الجبس عادة ماتقل عن ١٠٠٪ .

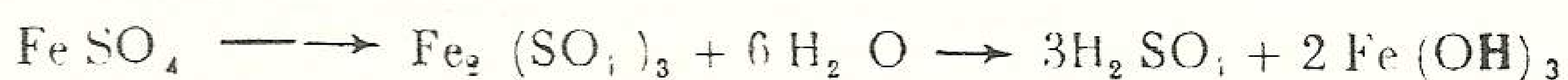
كما أمكن تقدير الاحتياجات الجبسية مباشرة في المخبر ووجدت علاقة قوية بين الصوديوم المتبادل والاحتياجات الجبسية المقدرة بهذه الطريقة ولو أن هذه الطريقة تقريبية إلا انه يمكن الاعتماد عليها في الاراضي التي لا تحتوي أو تحتوي على نسبة بسيطة من الاملاح الذائبة .

كما يستعمل حامض الكبريتيك من بين المصلحات المستعملة في اصلاح الاراضي القلوية . أوتستعمل مواد ينتج عن تفاعلها في الارض حامض الكبريتيك ، كالكبريت الذي يتحول الى حامض كبريتيك عن طريق الاكسدة البيولوجية ، أو كبريتات الحديدوز أو كبريتات الالومنيوم تتحولان الى حامض كبريتيك عن طريق التحلل المائي ، ويتم ذلك وفقاً للمعادلات الآتية :



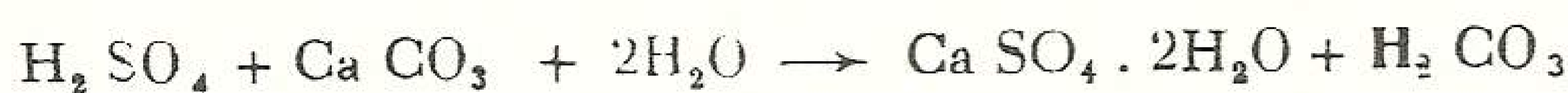
$$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

أكسدة في التربة



$$FeSO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 3H_2SO_4 + 2Fe(OH)_3$$

ويتفاعل حامض الكبريتيك المضاف او المتكون في التربة ، مع كربونات الكالسيوم فيتكون كبريتات الكالسيوم التي تتبادل مع الصوديوم المتبادل أو كربونات الصوديوم . وقد يتفاعل ، قسم منه ، مباشرة مع كربونات الصوديوم . ويتم ذلك وفقاً للمعادلات :



$$H_2SO_4 + CaCO_3 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4 . 2H_2O + H_2CO_3$$



$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2CO_3$$

وهذه المصلحات تستعمل على نطاق واسع في الخارج ، إلا أنها غالية الثمن بالنسبة للجبس الواسع الانتشار في بعض المناطق السورية .

ويجب أن يستقر في الاذهان أن القلوية سببها زيادة الصوديوم المتبادل والذي ينتج عنه رداءة خواص الارض الطبيعية وبالاخص البناء الارضي ، فقد تضاف المصلحات للاحلال محل الصوديوم المتبادل ولا يتحسن بناء الارض إذن يجب العمل أولا على تحسين بناء الارض باستعمال المادة المضوية التي تساعد في تحسين البناء ، وزيادة نفاذية الارض للماء والهواء ، وتزيد فاعلية المواد المصلحة في الاصلاح عند ذلك ، ويستعمل احياناً بعض المواد الصناعية لتحسين البناء مثل كريليوم وهذه مواد لها خواص لاصقة .

كما يجب العمل على المحافظة على هذه الاراضي بعد اصلاحها من التدهور بسلامة الصرف ، والمحافظة على مستوى الماء الارضي منخفضاً باستمرار ، والعمل على تحسين خواص الارض الطبيعية والكيماوية ، عن طريق استعمال الاسمدة العضوية ، والاسمدة المعدنية ذات التأثير الحامضي ، كما يلزم التأكد باستمرار من خلو ماء الري من املاح الصوديوم .

Pre- Studies.

الاراضي المالحة في حوض الفرات

(—)

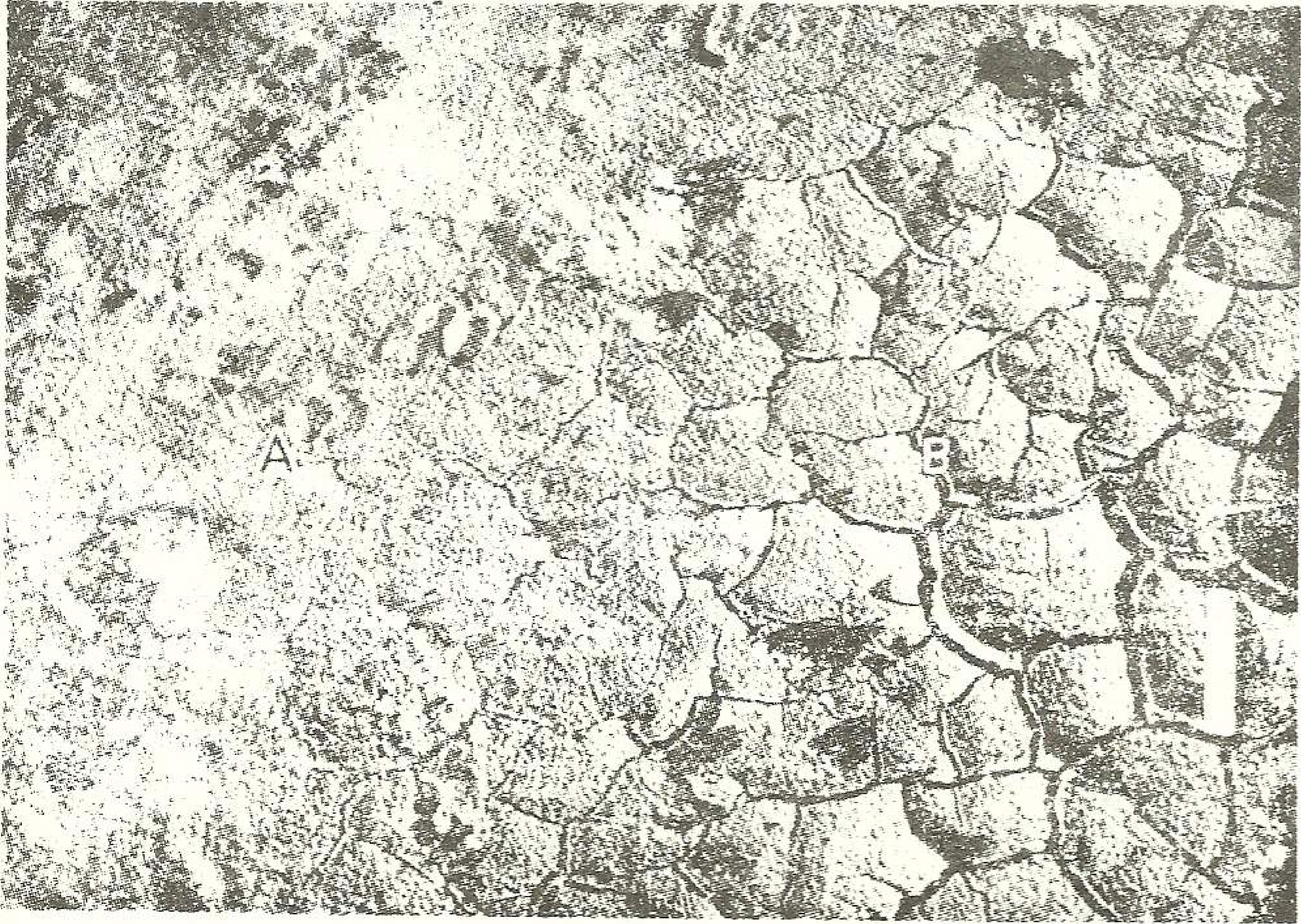
تمتد أراضي حوض الفرات على صورة شريط مواز لمجرى النهر على ضفتيه ، وتنتشر في هذه الاراضي زراعة القطن كمحصول رئيسي صيفي ، وتوجد مساحات ضيقة تنتشر فيها زراعة القمح كمحصول شتوي ، ولقد بدأت في هذه الاراضي منذ مدة تظهر اعراض انهيار الارض بسبب الملوحة . وتختلف مظاهر انهيار الارض من منطقة لاخرى ، ففي بعضها يظهر على السطح طبقة بيضاء من الاملاح المتزهرة ، أو قد يبدو سطح الارض رطباً وكأنه مروي حديثاً ، وفي كلا النوعين تنتشر النباتات الدالة على الملوحة ، فضلا عن ضعف النمو والانبات في بعض الاراضي المتزرعة .

ولقد قام المؤلف بدراسة عن سبب الملوحة في اراضي حوض الفرات ، فوجد :

١ - ان الاراضي المجاورة لشاطيء النهر غالباً ما تكون خالية من الملوحة أو قليلتها ، وسبب ذلك أن النهر يعمل كمصرف للاراضي المحاذية له ، خصوصاً وان منسوب الماء في النهر ينخفض حوالي ٦ متر في المتوسط عن سطح الارض ، وهذا الفرق في المنسوب يكون فرقاً في الضغط الهيدروليكي يتيح الفرصة للماء الراشح أثناء الري الانتقال من الارض للنهر . ومما يساعد على سرعة الماء هذه ومن ثم انتقال الماء الجوفي من أماكن بعيدة عن الشاطيء الى النهر هو خشونة قوام الارض ، حيث تكون النفاذية كبيرة .

٢ - أما الاراضي البعيدة عن شاطيء النهر والمحاذية للمرتفعات الجنوبية ، فهي غالباً غير منتظمة السطح ، ولذلك يصعب ريها من مياه النهر ، فتروى من مياه آبار خاصة تسمى انبساعات ، بينما تروى بعض أقسام منها بمياه الفرات ، وتمتاز هذه الاراضى بارتفاع نسبة الجبس فيها وذلك نظراً لقربها من بادية الشام . والمعلوم ان الجبس بطبيعته ملح غير ضار فيسيولوجياً للنبات ، إلا انه يعمل على رفع الضغط الاسموزي للمحلول الارضي ، حيث تبلغ درجة التوصيل الكهربائي للمحلول المشبع بالجبس حوالي ٢٫٢ ملليموز/سم . وتزداد نسبة ذوبان الجبس كثيراً إذا وجدت معه أملاح اخرى ، فلو استبعدت كمية الكالسيوم من مجموع الكاتيونات الذائبة بالمستخلص الارضي ، وكذلك كمية الكبريتات المكافئة له من مجموع الانيونات الذائبة ، للوحظ ان مجموع الكاتيونات المتبقية بسيطة ، أي أن الملوحة في هذا هذا القسم ترجع لطبيعة الارض نفسها ، ولكنها تبقى في الحدود غير الضارة .

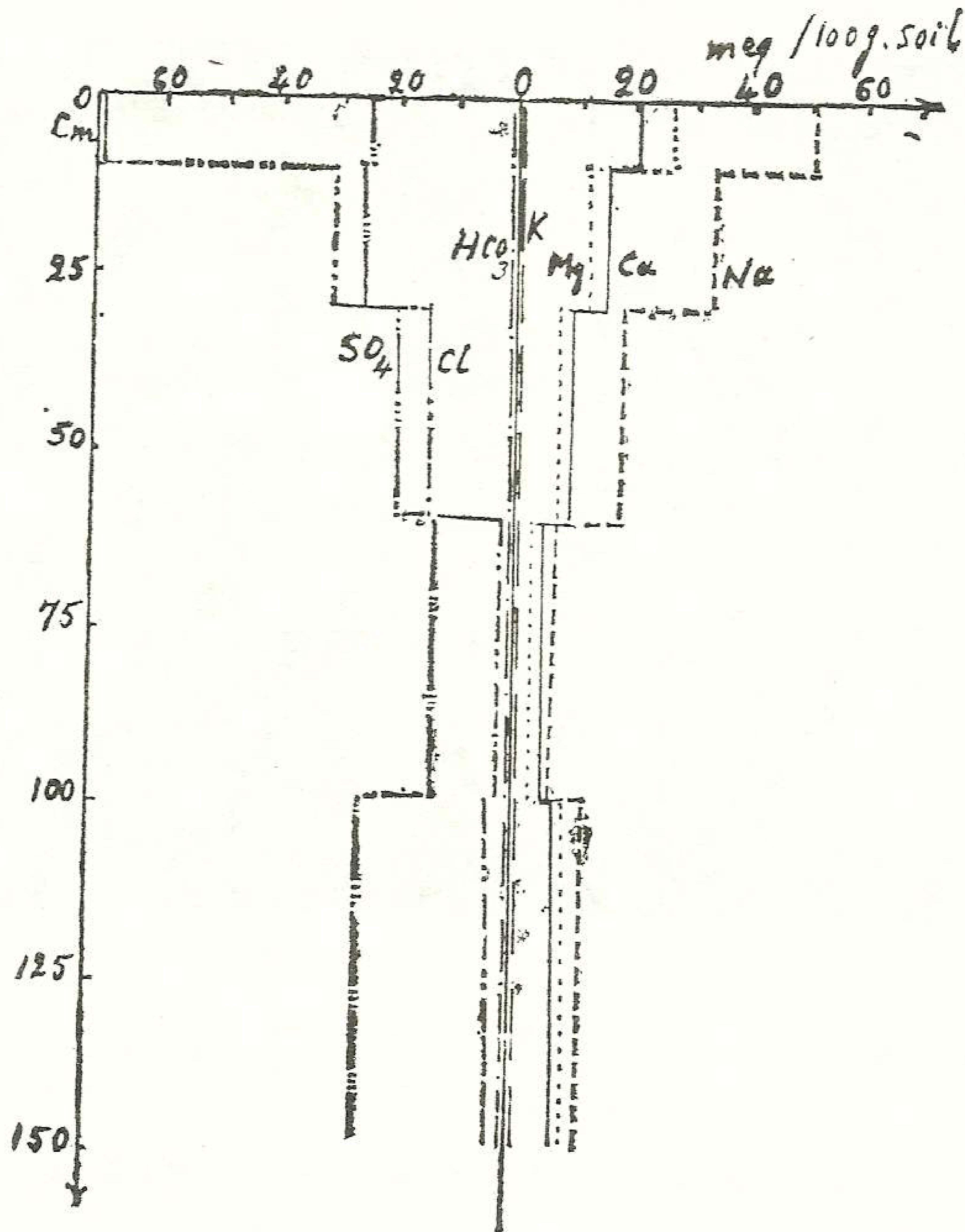
ولقد قامت نيديكو Nedeco بتحليل عينات من مياه النبـاعات فتبين أن قسماً منها يصنف ضمن المياه قليلة ومتوسطة الملوحة ، وان قسماً آخر يقع ضمن المياه شديدة الملوحة . وأضافت أن مياه الآبار الحديثة أكثر صلاحية من مياه الآبار القديمة . والمعلوم أن استعمال مياه غـير جيدة في الري تعمل على تراكم الاملاح في الارض ، خصوصاً اذا كانت كمية المياه المضافة بسيطة بحيث تبلل منطقة الجذور فقط .



شكل ٤٠ ـ اختلاف البناء في الاراضي المالحة في حوض الفرات في موقعين
آ ـ طبقة سطحية مع أملاح متزهرة ، تعلو حوالي ٥ سم عن المنطقة ب
التي تجاورها . ب ـ بنـاء قاسي في أرض طينية مع تشققات
واضحة في منطقة مالحة منخفضة

٣ ـ أما القسم الثالث ، وهو الاراضي الممتدة بين القسمين السابقين ، فلقد لوحظ بها نوعان من الاراضي : أراضي تبدو بها أعراض الملوحة بنسب مختلفة ، وأخرى جيدة لا تبدو فيها أعراض الملوحة هذه ، وذلك على الرغم من وقوع كلا النوعين تحت ظروف واحدة من المناخ الجاف الحار صيفاً، والري من مياه الفرات المصنفة ضمن مجموعة المياه (قليلة التوصيل عديمة الملوحة) ، حيث يمكن استعمالها

في ري جميع أنواع الاراضي دون أن تكون هناك خطورة من استعمالها . أضف الى ذلك القوام الخشن الذي تمتاز به أراضي حوض الفرات عامة ، والذي يشجع رشح الماء الى الاعماق ، كما أنه يعيق لحد ما ارتفاع الماء بالخاصة الشعرية الى السطح .



شكل ٤١ ـ التركيب الكيميائي لأرض مالحة في حوض الفرات

ولقد عزا المؤلف الاختلاف الواضح بين نوعي الاراضي هاتين الى الاختلاف في العمليات الزراعية التي تجرى في كل منها ، ففي منطقة كالعشارة عند الميادين ، وتمتاز أراضيها بجودتها الزراعية ، فالمعلوم أنها المنطقة الوحيدة في حوض الفرات التي تعنى بزراعة الخضروات ، كما تتبع فيها دورة زراعية ،

وتضاف الاسمدة ، وتقام بها عمليات خدمة مناسبة . ولذلك حافظت الارض على جودتها ، أما الصفة الغالبة لباقي أراضي الفرات فهي زراعة القطن باستمرار عاماً بعد آخر ، دون أية مراعاة لما يسمى بالدورة الزراعية ، كما أن عمليات الخدمة لا تؤدى بالشكل الملائم ، حيث يزرع القطن في مساكب ، ويعطي الفلاح الماء للارض بغير حساب ، كما تترك الارض كما هي بدون حراثة بعد قطاف القطن حتى موسم الزراعة التالي . كل ذلك يؤدي بصفة غير مباشرة لتراكم الاملاح في الارض ، ثم زيادة انتشارها عاماً بعد آخر . فالري الغزير المستمر للقطن يعمل على رفع مستوى الماء الارضي ، كذلك ترك الارض بور بدون حراثة يعمل على زيادة الاتصال الشعري بين الطبقات تحت السطحية والطبقات السطحية فيرتفع المحلول الارضي الي السطح ، ويتبخر الماء تاركاً الاملاح لتتراكم . كذلك الاستمرار في زراعة القطن ، دون ان تكون هناك دورة زراعية يدخل فيها احد المحاصيل الشتوية ، حيث تتراكم الاملاح في السطح دون أن تتاح الفرصة للري الشتوي (حيث انخفاض الحرارة) من غسيل الاملاح التي تراكمت .

ويمكن ايجاز أسباب الملوحة في حوض الفرات بالتالي :

١ ـ ادخال محصول القطن في اوائل الخمسينيات ، واقبال المستثمرين على استثمار أموالهم في مشاريع زراعة القطن وريها من الانهار أو الآبار ، بهدف الحصول على أكبر عائد من الارض بأقصر فترة ممكنة دون مراعاة للاسس السليمة لاستخدام المياه ، أو المحافظة على خصب الارض ومنعها من التدهور . مما دفعهم الى زراعة القطن سنة بعد أخرى في نفس الارض مع اعطاء كميات كبيرة من المياه خلال موسم النمو مما أدى الى ارتفاع مستوى الماء الارضي وبالتالي تمليح الارض .

٢ ـ الاستنزاف الكبير للموارد المائية الارضية عن طريق حفر الآبار بدرجة مكثفة (وذلك في الاراضي المجاورة للبادية) بغض النظر عن نوعية المياه وأثرها في تمليح الارض . وكذلك عدم مراقبة نوعية هذه المياه حتى بعد وصولها الي الحد الذي أدى الى الانهيار السريع للارض بالتملح .

٣ ـ عدم اتباع العمليات الزراعية الملائمة ، ثم عدم مراعاة دورة زراعية مناسبة للاحتفاظ بتوازن الاملاح في الارض عند المستوى الملائم لنمو النبات ، اذ جرى التركيز على زراعة محصول واحد هو القطن ، دون النظر الى ما يعقب ذلك من آثار غير ملائمة في تمليح الارض ، ودون الانتباه الى اتباع دورة زراعية تشمل محاصيل تسمح بغسيل الاملاح من الارض اذا ما تجمعت خلال فترة محصولية معينة .

٤ ـ اهمال دراسة تركيب الارض الجيولوجي التي وضعت تحت نظام الري وذلك من حيث احتوائها على ملوحة أولية أو تكوينات ملحية . ويرتبط في ذلك الموقع الطبوغرافي للارض ، حيث تتعرض بعض الاراضي التي تحيط بها المرتفعات الي السيول القادمة من البادية والتي تحمل بعض الاملاح حيث تتجمع هذه الاملاح في التربة .

• ـ عدم وجود نظام ري وصرف مدروس بشكل علمي ، فالاقنية الرئيسية غير مبطنة بالرغم من ارتفاع منسوبها عن منسوب الارض وهي من مكونات خشنة ذات نفاذية عالية ، ممـا ساعد في رفع مستوى الماء الارضي ، وشجع على ذلك عدم وجود مصارف ، الامر الذي جعل مستوى الماء الارضي فوق الحد الحرج في أغلب المناطق مما شجع انتشار الملوحة .

الاساليب التكنولوجية لمجابهة مشكلة التملح في حوض الفرات :

لقد أمكن نتيجة للدراسات التي أجريت في أراضي حوض الفرات لمعرفة أسباب الملوحة ، وكذلك الدراسات التي أجريت على أراضي مشابهة في العالم ، اقتراح الحلول التالية للقضاء على مشكلة الملوحـة ومنع تزايدها :

أولاً ـ ضرورة توفير نظام صرف فعال : وذلك بهـدف التخلص من مياه غسيل الاملاح عند اصلاح الارض ، وكذلك منع مستوى الماء الارضي من الارتفاع مستقبلاً الى أعلى من الحـد الحرج . ويمكن تحقيق نجاح نظام الصرف بالانتباه الى اربعة نقاط رئيسية هي : أعماق المصارف المناسبة ، المسافة بين المصارف ، نوعية المصارف ، أطوال المصرف .

ونتناول كلاً من هذه النقاط :

١ ـ أعماق المصارف المناسبة : يتحدد عمق المصرف في أي مشروع صرف بعاملين رئيسيين :

آ ـ نظام تعاقب الطبقات في الارض : لقد أصبح من المعروف أن توضع المصارف في الحـد الفاصل بين الطبقات المنفذة والطبقات ذات النفاذية الأبطأ ، ولا ينتظر فائدة كبيرة من وضع المصارف على أعماق بعيدة اذا كانت الطبقة التي توضع بها بطيئة النفاذية وتعلوها طبقة منفذة .

وتشير دراسة التركيب الميكانيكي لأراضي حوض الفرات أنه يمكن وضع المصارف في الطبقة من ١٢٠ سم ـ ١٥٠ سم والعامل المحدد لذلك هو نظام تعاقب الطبقات المنفذة والاقل نفاذية . علماً بأن أفضل منسوب ماء أرضي يرغب المحافظة عليه هو ١٥٠ سم عمق .

ب ـ نظام الاستغلال الزراعي ، أي الدورة الزراعية المستخدمة : حيث يفضل في مثل هـذه الأراضي عدم ترك الارض بوراً خلال أي فترة في السنة ، أي اتباع دورة زراعية مكثفة ، وفي هذه الحالة تصبح وظيفة المصارف التخلص من الزيادة من مياه الري وما بها من أملاح ، فضلا عن منـع ارتفاع مستوى الماء الارضي ، وعنـدئذ لا ضرورة لتعميق المصارف كثيراً نظراً لحركة الماء والاملاح باستمرار لأسفل دون وجود احتمال لاعادة التمليح .

وعند زراعة الاشجار المثمرة تعمق المصارف لأكثر من ذلك وينصح بزيادة العمق حتى ١٨٠سم .

وكذلك عند اتباع دورة زراعية غير كثيفة خصوصاً اذا كان جزء من الارض سيترك بور خلال الصيف، فانه ينصح بتعميق المصارف الى أكثر من ذلك وقد يصل العمق الى ٢ م .

٢ ـ المسافات بين المصارف : تحدد المسافات بين المصارف من التركيب الميكانيكي للارض ، والذي تتعلق درجة النفاذية به كثيراً . وتشير الدراسات المتعددة الى أن أراضي حوض الفرات هي من النوع الطميية والطينية الطميية ، وأن أغلب هذه الاراضي ذات نفاذية عالية أكثر من متر واحد في اليوم . ولذلك يوصى أن تكون المسافة بين المصارف في حدود ١٠٠م ، واذا زادت النفاذية الى ١،٥ ـ ٢م/يوم فيمكن أن تزداد المسافات الى ١٥٠م . وعلى العكس اذا نقصت النفاذية حتى ٠،٥ ـ ١ م/يوم فتخفض المسافة بين المصرفين الى ٦٠ م .

٣ ـ نوعية المصارف : نظراً لاحتواء الارض على الجبس والاملاح السلفاتية الاخرى لذا لا ينصح باستخدام الانابيب الاسمنتية العادية في المصرف ، نظراً لتأثرها بالاملاح السلفاتية ، اذ قدر متوسط عمرها في مثل هذه الظروف ٥ سنوات . ويفضل استخدام الانابيب البلاستيكية أو الانابيب الفخارية (الطين المحروق) في مثل هذه الحالة .

٤ ـ أطوال المصارف : يتحدد طول المصرف بنظام استغلال الارض ودرجة استوائها ، وكذلك عمق الصرف . فاذا اريد استخدام الميكنة في الاستثمار الزراعي يجب زيادة طول المصرف حتى ٢٠٠ ـ ٢٥٠م بشرط امكان اجراء تسوية غير مكلفة في هذا الطول ، وكذلك ألا يزيد عمق المصرف في المبدأ عن ١٨٠سم . أما اذا كانت الارض غير مستوية وتكاليف التسوية مرتفعة وعمق المصرف كبيراً فيفضل أن يكون طول المصرف من ١٠٠ ـ ١٥٠م .

ويقترح أن تكون المصارف المجمعة للحقليات مغطاة لتلافي حدوث انهيارات في مثل هذه الاراضي الخفيفة وكذلك لتقليل نفقات الصيانة .

ثانياً ـ وضع سياسة لاستخدام المياه ، وذلك بهدف غسل الاملاح من الارض ، وضمان حفظ توازن الاملاح في منطقة نمو الجذور عند الحد اللائم لمعظم النباتات . ولذلك يقترح اعادة تخطيط شبكة الري بما يحقق النقاط الآتية :

١ ـ أن تنفذ شبكة الري بطريقة تمنع رشح الماء من الشبكة الى الاراضي المنخفضة وذلك عن طريق استعمال القنوات المبطنة أو الانابيب أو القنوات المعلقة تبعاً لطبيعة الارض . ويقترح الابتعاد عن قنوات الري المرتفعة والتي يعلو مستواها كثيراً عن ارض الزراعة .

٢ ـ أن يتلاءم المجرى المائي في شبكة الري مع طبوغرافية الارض ، حيث يرفع الماء الى الاماكن المرتفعة في المنطقة ، ثم يسيل الماء بالجاذبية الى الاماكن المنخفضة ، أي على عكس ما هو متبع حالياً في جنوب وادي الفرات حيث ترفع المياه في قنوات ضد ميل الارض .

٣ - عند تصميم شبكة الري ، يراعى حساب احتياجات الغسيل اللازمة للارض في فترة الاستصلاح ، وكذلك احتياجات الغسيل اللازمة للمحافظة على توازن الامـلاح المناسب في مراحل الاستزراع المختلفة . ومن الضروري الانتباه الى أن المقنن المائي يجب أن يغطي حاجة المحصول المزروع وكذلك احتياجات الغسيل خصوصا في فترة الصيف .

٤ - عدم الترخيص بحفر آبار (نباعات) في مثل هذه الاراضي ، والاستعاضة عن ذلك بانشاء مضخات كبيرة تأخذ مياهها من النهر وتوصلها الى الارض ، واذا احتاجت بعض القطع الى آبار فمن الضروري تحليل مياه هذه الآبار ، ومنع استخدام المياه ذات الملوحة المرتفعة . ويجب تحديد المسافة بين الآبار وكذلك التصرف المسموح به من كل بئر .

ثالثاً - وضع سياسة استغلال زراعية للارض ، بحيث تسمح بالتخلص من الاملاح الموجودة وتمنع تراكم الاملاح بعد ذلك . ويتحقق ذلك بالتالي :

١ - يراعى غسل الارض بالماء قبل زراعة الارض وبعد انشاء المصارف واجراء عملية التسوية فيها ، ويقدر عمق ٦٠ - ١٠٠سم من الماء كافية لغسيل الاملاح الموجودة .

٢ - زراعة الارض في مراحل الاستزراع الاولى بمحـــاصيل تتحمل الملوحة ، أي أن الدورة الاستصلاحية يجب أن تحوي محاصيل مثل الشعير والشوندر والبرسيم وأنواع الذرة Sorghum والارز .

٣ - ثم تبدأ دورة استزراعية تشمل القمح أو البرسيم شتـاء ، والقطن والذرة صيفاً ، ويقترح أن تدخل زراعة الارز بمعدل مرة واحدة كل ثلاث سنوات في الاراضي ذات النفاذية البطيئة .

٤ - ويراعى أن تتبع دورة زراعية كثيفة بحيث لا تترك الارض بوراً خصوصـــاً في الصيف ويمكن باستخدام الفصة ضمان غسيل الاملاح من الارض صيفاً .

٥ - كذلك يجب عدم تطويل الفترة بين الريات خصوصاً في مراحل الاستصلاح الاولى . وتقدم كميات المياه لتغطي احتياجات الغسيل وحاجة المحصول المزروع .

٦ - من المستحسن قبل زراعة المحاصيل الشتوية والصيفية اعطاء رية غزيرة لغسل الامـلاح التي تكون قد تراكمت أثناء فترة نمو المحصول السابق .

رابعاً - اتباع نظام سليم في خدمة الارض بعد مرحلة الغسيل : لقد اصبح معلوماً ان في اراضي المناطق الجافة ونصف الجافة المروية توجد هجرة موسمية وتجمع للاملاح في التربة ، ويحدث ذلك نتيجة التغيرات في المناخ ونظام الري وزراعة الارض . فعقب كل رية مثلا تحدث إزالة مؤقتة للامـلاح يليهما اعادة تمليح بين كل ريتين نتيجة فقد المياه بالتبخير والنتح ، وفي نهـاية الموسم تتراكم الاملاح في التربة بكميات تختلف حسب المناخ ، ونظام الري ، ونوع المحصول المزروع . وتؤثر المحـاصيل كثيراً في ذلك ،

فالمحاصيل ذات التبخر – النتح المنخفض كالشعير (ولو انها تتحمل الملوحة) الا انهـا تعمل على زيادة الاملاح في نهاية الموسم نتيجة لقلة احتياجاتها لماء الري . أما البرسيم وحاجته الماء شديدة ، فانه يعمل على خفض الاملاح في نهاية موسم الزراعة . وكذلك فان أغلب المحـاصيل التي تزرع على خطوط وتكون حساسة لكثرة مياه الري كالقطن والذرة تعمل على زيادة تجمع الاملاح على قمة الخطوط .

ويستحسن عدم ترك الارض بوراً في الاراضي المستصلحة خلال أشهر الصيف بـل تتبع دورة زراعية مكثفة ، وعند الاضطرار لترك جزء من الارض بور خلال الصيف لعدم كفاية المياه مثلا ، فمن الضروري حرث الارض مباشرة بعد حصاد المحصول للحد من حركة الماء الارضي بالخاصة الشعرية نحـو السطح وبالتالي منع تراكم الاملاح في السطح .

ويمكن اعطاء رية غزيرة قبل زراعة المحصول الشتوي للتخلص من الاملاح التي تراكمت في الموسم السابق ، وتكون درجة الحرارة منخفضة والتبخر في درجاته الدنيا والحاجة الى المياه قليلة .

كذلك تختار فترات ري متقاربة ، اذ لا ينصح عند الري الانتظار حتى تصـل نسبة الرطوبة الى قرب معامل الذبول بل يمكن ان تروى عندما تنخفض نسبة الرطوبة الى ٥٠٪ من كمية الماء القابـل للاستفادة مثلاً .

ومن الضروري اتباع دورة زراعية مكثفة ، لأن وجـود محصول باستمرار في الارض يتيـح الفرصة للاملاح الانتقال الى المصارف بدلاً من صعودها وتراكمها في السطح .ويحسن أن تدخل في الدورة الزراعية محاصيل محبة للماء كالارز والفصة . كذلك ترتب الدورة بحيث تتناوب المحاصيل المحبة المـاء مع المحاصيل الاخرى كزراعة الارز بعد القمح ، والبرسيم بعد الذرة ، أي يجب ان تشمل الدورة الزراعية في الاراضي المستصلحة محاصيل تزرع على فترات وتسمح بغسيل ما قد يكون تجمع من الاملاح في التربة .

أما التسميد ، فعلى الرغم من أهميته في زيادة المحصول في الاراضي الجيدة ، فقد يعطي نتـائج معاكسة في الاراضي المالحة . ولقد لوحظ ان الاراضي شديدة الملوحة تنخفض فيها كمية المحصول نتيجة التسميد ومع تناقص الملوحة تبدأ الاستجابة للتسميد عند درجة معينة ، ثم تزداد الاستجابة للتسميد مـع تناقص الملوحة حتى تصل الى أعلى قيمة لها في الاراضي العادية ، وينطبق هذا القول على كل من التسميد الآزوتي والتسميد البوتاسي ، أما التسميد الفوسفاتي فأقل تأثيراً ، وعلى العموم عندما ترتفع نسبة الملوحـة الى درجـة توصيل كهربائي مقدارها ٧ ملليموز / سم في الاراضي المشبعة فانـه لا ينصح بتسميد الارض عند ذلك .

وعلى العموم يمكن المحافظة على الارض بعد الاستصلاح باتباع الوسائل الآتية :

١ ـ استمرار المحافظة على مستوى الماء الارضي اخفض من الحد الحرج .

٢ ـ استمرار متابعة وسائل تحسين خواص المياه الجوفية .

٣ ـ ضرورة اجراء عمليات الغسيل على فترات تختلف حسب سرعة تجمع الاملاح .

٤ ـ ضرورة منع الرشح من القنوات ، وكذلك منع الري الغزير بأكثر من الاحتياجات المائية للمحصول وللغسيل ، وذلك حتى لا تزحم المصارف بالمياه ، فتقل فعاليتها .

٥ ـ استمرار اجراء عمليات التسوية لضمان حسن توزيع المياه أثناء الري وبالتالي يحول دون حدوث التمليح المحلي .

٦ ـ صيانة شبكة الصرف باستمرار .

خامساً ـ اقتصاديات عمليات الاستصلاح والاستزراع :

من الضروري التأكد من اقتصاديات عمليات الاستصلاح والاستزراع قبل البدء بتنفيذ المشروع ، ومن ثم حساب العائد من المشروع ، ويمكن ان يقسم المشروع اقتصادياً الى اربعة مراحل :

١ ـ المرحلة الانشائية : وتشمل تكاليف الدراسات والتحريات ، ثم عمليات التسوية ، وشبكات الري والصرف ، ومحطات الضخ والاسكان والطرق والكهرباء ومياه الشرب ... وغيرها .

٢ ـ مرحلة الغسيل والزراعة الاستصلاحية : وتشمل تكاليف عمليات التسوية الدقيقة والغسيل ومستلزمات الانتاج . وفي هذه المرحلة يزيد الانفاق عن العائد من الارض .

٣ ـ مرحلة الزراعة تحت الحدية : وفي هذه المرحلة يتدرج فيها العائد من الارض مقترباً من الانفاق حتى يتساوى معه .

٤ ـ مرحلة الزراعة الاقتصادية : وفيها تصبح الارض بيئة صالح لنمو النباتات وتزيد الايرادات عن الانفاق حتى تصل لحد ثابت ان لم تحدث تغيرات في اسعار الحاصلات ومستلزمات الانتاج .

ويحسب عمر المشروع عادة على اساس ٣٠ سنة بالنسبة لمعظم مكوناته ، اذمن معرفة الاستثمارات وتكاليف التشغيل والعائد الكلي يمكن حساب معدل صافي العائد .

وتشير الدراسات المجراة على أن تنفيذ مشروع صرف لاستصلاح اراضي حوض الفرات اقتصادي جداً ، ولا توجد به تعقيدات ومشكلات تعيق التنفيذ ، فالاملاح في هذه الاراضي كما ذكرنا من نوع كلوريدات وكبريتات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم ، والنسبة المئوية للصوديوم المتبادل منخفضة ، والاراضي على العموم خشنة القوام ، لذا تعتبر مشكلة اصلاح هذه الاراضي سهلة عموماً من الناحية الفنية .

الباب الرابع

ويشمل الفصول الآتية :

★ الفصل الاول ـ تقسيم الاراضي .

★ الفصل الثاني ـ لمحة عن التقسيم السابع .

★ الفصل الثالث ـ الاراضي العربية السورية .

★ الفصل الرابع ـ حصر الاراضي .

★ الفصل الخامس ـ المحافظة على الاراضي .

الفصل الأول

تقسيم الاراضي

SOIL CLASSIFICATION (SOIL SYSTEMATIC)

مقدمـــة :

رأينا مما تقدم في الباب الاول ، ان اي ارض ماهي الا نتيجة اموامل واسعة التباين من العوامل الجوية والجيولوجية والطبوغرافية والحيوية التي عملت على مر السنين . فالعوامل الجوية قد تختلف من البرد القارس كما في المناطق القطبية الى الجو المعتدل في المناطق المعتدلة ، الى الجو الحار كما في المناطق الاستوائية وكل مكان في هذه المناطق الثلاثة قد يكون جافاً عديم المطر كالصحارى ، أو قـد يكون نصف جاف أو نصف رطب كما قديكون رطباً كثير الامطار . كذلك نجد من الناحية الجيولوجية ان كل مساحة من الارض قد تتشابه وقد تختلف اختلافاً بيناً في صخورها عن صخور المساحات الاخري . كما أن طبوغرافية الارض قد تختلف من اراضي واقعة في مناسيب أوطأ من سطح البحر او قريبة منه ، او قد تكون عالية جداً كالهضاب والجبال . ثم العوامل الحيوية المختلفة اذ قد تختلف النباتات والاحياء التي تنمو وتعيش في مساحة من الارض عن ارض اخرى .

وطبيعي ان تنتج هذه العوامل التكوينية المتباينة اراضي لا بد أن تختلف كثيراً او قليلاً بعضهـا عن بعض . مما حدا بالعلماء الى محاولات لتقسيم الاراضي الى مجموعات متشابهة او متقاربة متخذين في ذلك اكثر من مبدأ واحد في التقسيم .

وقد اتجه علماء الاراضي اتجاهات عديدة في تقسيمهم للاراضي ، واتخـذوا كثيراً من خواصهـا اساساً للتقسيم . وقد لخص توليكوف Tulaikoff عام ١٩٠٨ هذه المحاولات في تقسيم الاراضي الى خمسة اقسام كالآتي :

١ – التقسيم الجيولوجي التكويني Geological – Petrographical ، وفيه اتخذت جيولوجيـــة

الارض ، والصخور المتكونة منها ، وطريقة تكوينها أساساً للتقسيم ، مثل : ارض متكونة على صخور جيرية أو صخور بازلتية ، أو ارض متكونة في العصر الميوسيني أو الايوسيني ، او يقال ارض متكونة في الحقب الرابع ... الخ .

٢ - التقسيم الكيماوي Chemical : وفيه قسمت الارض حسب خواصها الكيماوية البارزة ، مثل: التقسيم حسب درجة الحموضة ، او حسب وجود او عدم وجود كربونات الكالسيوم ، أو حسب كمية الاملاح الذائبة ، او نوع معدن الطين ... الخ .

٣ - التقسيم الطبيعي (الفيزيائي) Physical : وفيه اتخذ التركيب الميكانيكي للتربة مع الخواص الفيزيائية المتوقفة عليه اساساً للتقسيم ، مثل : التقسيم حسب قوام الارض : ارض طينية او طمية او رملية ، وكذلك حسب درجة النفاذية ، او قوة التماسك . وكثيراً ما يتخذ اللون اساساً للتقسيم ، كأرض بنية او حمراء ... الخ .

٤ - التقسيم المشترك Combined ، وفيه اتخذ اكثر من خاصة أساساً للتقسيم ، كتقسيم الارض اولاً كيماوياً ثم تقسيم كل قسم من الاقسام الكيماوية ثانية تبعاً للخواص الفيزيائية ، مثل : ارض حامضية ذات لون أحمر او بني ، وارض قاعدية ذات لون احمر او بني او غير ذلك . وقد يكون التقسيم الاول فيزيائياً والثاني كيماوياً مثل : ارض بنية ذات طين من نوع المونتموريلونيت ، وقد يكون الاشتراك بين التقسيم الجيولوجي واحد التقسيمين الآخرين مثل : ارض بنية من عصر الميوسين او حمراء من عصر البلستوسين ... الخ .

٥ - التقسيم النشوئي Genetic : وفيه اتخذ اصل الارض ومدى تطورها كأساس للتقسيم : مثل اراضي متطورة كالبودسول والقرميدية ، او عديمة التطور كالاراضي الرسوبية والصخرية ، او قليلة التطور ... الخ .

وعموماً فان تقسيم الاراضي في العالم لم يفصل فيه برأي قاطع موحد حتى الآن كما في بقية العلوم كالنبات والحيوان ، ويرجع ذلك الى عدة عوامل اهمها الآتي :

١ - ان القطاعات الارضية تتغير باستمرار تبعاً لعوامل تكوين الاراضي ، وهذا يعمل على صعوبة وضع الارض تحت النوع الذي تتبعه . اذ المعلوم ان الارض ذات طبيعة ديناميكية تتغير باستمرار ، وكثيراً ما يكون التغير بطيئاً جداً ولكن احياناً يكون سريعاً كما في تحول الاراضي المستغلة حديثاً في نظام الري الى اراضي مالحة .

٢ - ان طرق التحليل المتبعة في دراسة علم الاراضي لم توحد الى وقتنا هذا بالرغم من المحاولات الجادة العالمية ، والحقيقة فان لكل ارض صفات خاصة تلائمها طريقة تحليل معينة .

٣ ـ ان الوصف المورفولوجي (الشكل الظاهري) للقطاعات الارضية لا يمكن توحيده لنوع واحد من الاراضي في مختلف الجهات .

٤ ـ ان علم الاراضي من العلوم الحديثة والمعلومات عن اراضي العالم كانت قليلة حتى فترة قريبة.

كل هذه الاسباب أخرت الوصول الى تقسيم موحد في العالم . فالمدرسة الالمانية اعتمدت على الناحية الجيولوجية التكوينية ، والمدرسة الروسية اعتمدت على عوامل تكوين الاراضي ، في حين ان المدرسة الامريكية ، اعتمدت على الناحية الجغرافية فضلاً على بعض الآراء الخاصة بخواص الارض وطرق استغلالها، اي لم يكن لها آراء محددة في ذلك . وتقترح المدرسة الامريكية حالياً تقسيماً جديداً تراعي فيه جميع العوامل ذات العلاقة في تكوين الاراضي بالاضافة الى خصائص الارض المختلفة ، وكان ذلك بناء على المعلومات المتزايدة عن اراضي العالم ولقد عقدت ثلاثة مؤتمرات عالمية لدراسته الاول عام ١٩٦٤ والثاني ١٩٦٩ والثالث في صيف عام ١٩٧٤ في موسكو بالاتحاد السوفياتي لاقراره في شكله النهائي ، فضلاً عن بعض الاجتماعات العلمية التمهيدية السابقة وسنعطي لمحة عن هذا التقسيم في الفصل التالي .

القواعد الاساسية في تقسيم الاراضي :

تتلخص القواعد الاساسية في تقسيم الاراضي فيما يلي :

أولاً ـ العوامل الخارجية المحيطة التي تعمل على تكوين الاراضي وتشمل :

١ ـ المناخ : وهو اما ان يكون جافاً صحراوياً ، او نصف صحراوي ، او رطباً ... الخ .

٢ ـ مادة الاصل .

٣ ـ طوغرافية الارض .

٤ ـ المزروعات والاحياء .

ثانياً ـ الصفات الخاصة في الارض : Static Properties

حيث يمكن تقسيم الاراضي تبعاً للصفات الآتية :

١ ـ الصفات الطبيعية Physical properties : وتشمل درجة التحبب ، وشكل الآفاق ، واللون والقوام ... الخ .

٢ ـ الصفات الكيميائية Chemical properties : أي التركيب الكيماوي للمواد المنقولة داخل القطاع ، كمية المواد الغذائية ... الخ .

٣ ـ الصفات الظاهرية Soil morphology : وتبحث في درجة نضج الاراضي .

ثالثاً ـ نشأة الاراضي :

أي عمليات تكوين الاراضي وتشمل :

١ ـ عمليات التكوين : اي تكوين القطاع من مادة الاصل عن طريق التأثيرات الطبيعية والكيماوية والحيوية ، وتكوين الطين وهدمه ، وتراكم المواد العضوية .

٢ ـ نقل المواد المتحضرة داخل القطاع : وهي العمليات التي تحدث في القطاع الارضي حيث تنقل المواد المتحضرة داخل القطاع . واتجاه هذا النقل : اما الى أعلى كما في الجهات الجافة ، او الى اسفل كما في الجهات الرطبة ، ثم دراسة صفات المواد المنقولة .

لمحة عن الآراء المختلفة في تقسيم الاراضي :

منذ ان عرف المناخ كعامل اساسي في تكوين الاراضي وتطورها ، حدثت عدة محاولات لوضع أسس لتقسيم المناخ بغية ايجاد علاقة لأقسام المناخ بأقسام الارض . فاقترح Lang معامل المطر Rain factor ، واقترح A.Meyer معامل نقص التشبع N. S. Quotient (١)

ووضع De Martonne معادلته وهي :

$$1 = \frac{P}{T+10}$$

حيث P = كمية الامطار بالمم . و T = درجة الحرارة الوسطى بالمئوي .

كما وضع امبيرجيه معادلة تسمى معادلة العامل الرطوبي الحراري وهي :

$$\text{العامل} = \frac{\text{كمية الامطار بالمم}}{\frac{(\text{د ع} + \text{د ص})}{٢}(\text{د ع} - \text{د ص})}$$

باعتبار أن :

د ع = متوسط درجة الحرارة العظمى للشهر الاكثر حرارة .

د ص = متوسط درجة الحرارة الصغرى للشهر الاقل برودة .

ويلاحظ ان د ع (و) د ص تحسبان ابتداء من الصفر المطلق اي (+ ٢٧٣) وذلك لتلافي الارقام السالبة .

ويعتبر Sibirtsev عام ١٨٩٥ اول من اعتمد على عوامل تكوين الاراضي في التقسيم واهتم بعامل المناخ خصوصاً عنصري الحرارة والمطر وقد قسم الاراضي في العالم الى ثلاثة مجاميع كبرى هي :

---

(١) معامل مطر Lang ومعامل نقص التشبع مذكوران صفحة ٨٨ و ٩٠ على الترتيب .

آ ـ الاراضي النطاقية (المنطقية) Zonal soil : بعد تأثير عوامل تكوين الاراضي المختلفة على الصخور الاصلية لمدة زمنية طويلة ، فان الاراضي الناتجة والتي تشغل مساحات واسعة تتقارب في صفاتها على الرغم من اختلاف مواد الاصل التي تكونت عليها التربة ، وهذا يحدث اذا كانت ظروف المناخ السائدة في جميع هذه المساحات مستمرة ومتماثلة . يطلق على مثل هذه الاراضي اسم اراضي منطقية (او نطاقية) Zonal soil وهي تشمل معظم مجاميع الاراضي في العالم Great soil group .

ب ـ الاراضي بين النطاقية (الوسطية او المحلية) Interazonal soil : وهي الاراضي التي توجد مع الاراضي النطاقية ، ولكن ينعكس فيها تأثير بعض الظروف المحلية مثل الصرف الرديء او الاملاح القلوية وغيره . كما يكسب الارض بعض الصفات الخاصة التي تسود على أثر المناخ . ومن امثلتها الاراضي المالحة Saline soil ، والاراضي العضوية Peat soil ، والرندزينا Rendzina .

ج ـ الاراضي اللانطاقية (اللامنطقية) Azoual soil : وهي اراضي لم يتدخل المناخ في تكوينها الا بقدر بسيط . ويظهر بوضوح في الاتربة تأثير مادة الاصل ، ولذلك تعتبر تربة غير متطورة لحداثتها او ظروف تكوينها ، ومن أمثلتها : الاراضي الرسوبية Alluvial soil والاراضي المنقولة بفعل الرياح Colluvial .

وقد اعتمد Gedroiz عام ١٩٢٩ في تقسيمه على اساس كيميائي وهو مقدار تشبع الارض بالقواعد او الايدروجين ، ويتلخص تقسيمه في :

١ ـ أتربة ذات مركب امتصاص غير مشبع بالقواعد (بل يوجد الايدروجين بنسبة كبيرة) . ومن امثلتها : اراضي البودسول Podsol ، والقرميدية Laterite .

٢ ـ اتربة ذات مركب امتصاص مشبع بالقواعد . ومن امثلتها : الاراضي الكستنائية والتشرنوزم وغيرها ، وكذلك الاراضي المالحة والقلوية .

اما Marbutt عام ١٩٣٦ فلقد قسم الاراضي الى قسمين كبيرين استناداً الى عمليات التكوين وايضاً الى بعض الخواص الكيميائية في التربة وكان تقسيمه كالتالي :

١ ـ اراضي ذات انفصال كامل لكربونات الكالسيوم تحت تأثير المناخ الرطب ونجد هنا حركة ومرور وتراكم الاكاسيد السداسية (أكاسيد الحديد والالومنيوم) في القطاع الارضي . واطلق على هذا القسم Pedalfer (Ped-Al-Fe-R) ويدخل تحتها البودزول ، وهي الاراضي التي تكونت تحت المناخ الرطب البارد في وجود الدبال الحامضي ، والاراضي القرميدية Laterites وهي الاراضي التي تكونت تحت المناخ الرطب الحار .

٢ ـ اراضي ذات انفصال جزئي لكربونات الكالسيوم ، حيث تترسب الكربونات في مناطق

خاصة في القطاع قد تصل احياناً لنسبة أعلى من وجودها في مادة الاصل . ولقد اطلق على هذا القسم اسم Pedocals (Pedo-ca-l) . ويدخل تحت هذا القسم اراضي التشرنوزم Chernozems والكستنائية والبنية الكاسية Ch estnut .

ولقد رتب Robinson انواع الاراضي النطاقية من حيث المناخ التي تكونت تحته كما يلي :

رطب بارد
جاف بارد
جليد وثلوج دائمة
اراضي التندرا
بودزول
بودزولية بنية
بنية - رمادية شبيهة بالبودزول
اراضي حراجية رمادية أو بودزولية رمادية
براري
تشرنوزم
كستنائية
بنية
اراضي صحراوية و سيروزيم (قلوية)
بودزولية صفراء - تميل للاحمرار
لاتوسول *
براري تميل للاحمرار
كستنائية تميل للاحمرار
بنية تميل للاحمرار
اراضي صحراوية حمراء
* كانت تسمى في الاول قرميدية Lateritic
رطب حار
جاف حار

شكل (٤٢) رسم تخطيطي يشير الى توزيع الاراضي النطاقية وعلاقتها بالمناخ

والحقيقة فان المتتبع لأنواع التقاسيم في العالم يجد انه مهما تفرعت واختلفت وجهات النظر في تقسيم الاراضي ، فانها ترتكز على مدى ونوع عمليات غسل ونقل مكونات الارض من طبقة الى اخرى Leaching process . ولذلك يمكن ان نميز بها الاقسام الثلاثة الآتية :

أ - اراضي تمت فيها عمليات الغسيل والنقل وتشمل : البودسول Podsol وهي التي تم تطورها تحت تأثير الدبال الحامضي . ثم الاراضي البنية Brown والاراضي الصفراء Yellow والحمراء واراضي اللاتريت Laterite ، وهذه هي التي تم تطورها في غياب الدبال الحامضي .

ب - اراضي تعطلت او اوقفت فيها عمليات الغسيل والنقل . وتشمل : الاراضي القلوية Alkaline soils ، والارضي المالحة Saline soils واراضي المروج Meadow soils .

ج - اراضي لم تتم او تنتهي فيها عمليات الغسيل والنقل وتشمل الاراضي السوداء Chernozem والاراضي الكستنائية والبنية ، والاراضي الصحراوية Desert soils .

جدول(٢٠) تصنيف الاراضي الى رتب وتحت رتب ومجموعات اراضي كبرى

الرتبة	تحت الرتبة	مجموعات الأراضى العظمى
نطاقية	٠١ أراضى المنطقة الباردة	تندرا
	٠٢ أراضى المناطق الحراجية بودزولية فاتحة اللون	أراضى بودزول أراضى بودزولية بنية أراضى بودزولية بنية ـ رمادية أراضى بودزولية صفراء ـ حمراء أراضى بودزولية رمادية أو حراجية رمادية
	٠٣ أراضى المناطق المعتدلة الدافئة ولاستوائية الحراجية ٠	أمكن تعرف أنواع كثيرة من الأراضى القرميدية وينقصها تصنيف مفصل
	٠٤ أراضى مناطق الانتقال بين الغابات والحشائش	أراضى تشرنوزيم متدهورة أراضى بنية غير كلسية أو بنية شانتونج
	٠٥ أراضى الحشائش بالمناطق شبه الجافة ، وتحت الرطبة والرطبة ـ لونها داكن ٠	أراضى البرارى (شبه بودزولية) أراضى برارى تميل للاحمرار أراضى تشرنوزيم أراضى كستنائية أراضى كستنائية مائلة للاحمرار
	٠٦ أراضى المناطق الجافة لونها فاتح ٠	أراضى بنية أراضى بنية تميل للاحمرار أراضى سيروزيم أراضى صحراوية حمراء
بين نطاقية	٠١ أراضى غدقة (هيدرومورفية) بالمستنقعات والبرك والسباحات وأماكن النشع ٠	أراضى جلاى متدبل (تشمل wiesen boden أراضى مرجة الألب Alpine Meadow أراضى المستنقع bog أراضى شبه المستنقع half-bog أراضى جلاى دبالية منخفضة أراضى بلانوسول بودزول الماء الأرضى قرميديات الماء الأرضى
	٠٢ أراضى هالومورفية (مالحة وقلوية) بالمناطق الجافة سيئة الصرف والرواسب الساحلية	أراضى ملحية (سولونشاك) أراضى قلوية (سولونتز) أراضى سولوث
	٠٣ أراضى كلسية	أراضى حراجية بنية (Braunerde) أراضى رندزينا
لا نطاقية	ليس بها تحت رتب	ليثوسول ريجوسول (تشمل الرمال الجافة) نهرية

وسنتناول بالشرح واحداً من التصانيف الذي يعتبر من اكثرها انتشاراً وشمولاً وهو المبين بالجدول رقم (٢٠) حيث يبدو واضحاً ان اراضي العالم مقسمة الى ثلاث رتب هي : نطاقية وبين نطاقية ولانطاقية. وان كلاً من هذه الرتب مقسم الى تحت رتب على اساس الاقاليم المناخية والانواع النباتية . كذلك فان كل تحت رتبة مقسمة الى مجموعات اراضي كبرى مثل البودسول والكستنائية .. الخ . وسنصف بالتالي أهم مجموعات الاراضي في العالم باختصار .

الأراضي النطاقية :

اولاً - اراضي التندرا Tundra :

وهي السهول الممتدة في شمال أوروبا وآسيا وامريكا الشمالية ، وهي تغطي ما يقرب ٤٠ ٪ من مساحة الاتحاد السوفيتي : ونظراً للبرودة الشديدة فلا تنمو فيها اشجار او حشائش ، بل بعضاً من الطحالب والاشنيات والشجيرات . وتوجد التندرا تحت كلا الظروف الرطبة والجافة ، كما تعتبر الاراضي قليلة الاهمية من الناحية الزراعية . وتتكون هذه الاراضي من سطح عضوي غير متحلل ناتج من تراكم المواد العضوية ، هذا السطح العضوي يغطي تحت تربة مندمجة لزجة ، أي ان سمك القطاع قليل ويبقى سطح التربة متجمداً اكثر العام أما تحت التربة فهو متجمد باستمرار ، والتأثير حامضي .

ثانياً - مجموعة الاراضي الحمضية أو البودزوليه Podsol group

وتشمل هذه المجموعة الاراضي التي توجد في ظروف مناخية رطبة في كل من المناطق الباردة والمعتدلة . وتتميز هذه الاراضي بان عمليات الغسيل والنقل فيها قد تمت ، وانه نظراً لغياب املاح كربونات وكبريتات الكالسيوم منها ، اصبحت حمضية التأثير . والنباتات السائدة في مثل هذه الاراضي هي الغابات والمراعي . وقطاعها يتكون من ثلاثة آفاق (A) و (B) و (C) .

فالأفق (A) يتميز باحتوائه على مواد عضوية متراكمة فوق طبقة من الارض غسلت منها جميع الاملاح الذائبة او القابلة للذوبان في هذه الظروف كالحديد والالومنيوم . وبذلك يصير لونها فاتحاً او مائلاً الى البياض .

والافق (B) هو الطبقة التالية التي ترسب فيها المواد التي غسلت من الافق (A) وتتميز بزيادة نسبة كل من الدبال والاكاسيد السداسية ولونها داكن . أما الافق (C) فهو مادة الاصل . والتأثير على العموم حامضي . وهي فقيرة بالعناصر الغذائية ولذلك تستجيب بشدة للتسميد .

تكوين البودزول Podsolization

تتطلب تكوين اراضي البودزول ظروفاً خاصة مثل : ان تكون درجة الحرارة والامطار والنباتات

والعوامل الاخرى مشجعة على حدوث تراكم سطحي للمادة المضوية في صورة Duff او مور Mor . وعادة تكون الغابات هي المنتشرة ، واحياناً قليلة تكون الحشائش . وتتحلل المادة العضوية لتعطي احماضاً ومواد اخرى.

فاذا كانت الرطوبة شديدة تحدث عملية الغسيل للاحماض المتكونة وتنتقل من الآفاق العضوية الى الآفاق المعدنية فتذيب انواع الكربونات وتتخلص منها ويصبح معقد الارض الغروي حاوياً الايدروجين . وفي نفس الوقت يتحلل المعقد الغروي في افق آ وينتج عنه انفراد أيدروكسيدات الحديد والالومنيوم في حالة غروية (Sol) ، ثم تحمل هذه الايدروكسيدات مع الماء الراشح الى الطبقات العميقة ، وتلعب المواد الدبالية المتبقية دوراً في هذا الانتقال . ويصبح أفق آ الذي غسل غسلا شديداً ذا مظهر رمادي، نظراً لتراكم السليكا فيه .

اما أفق ب فيبدو مائلا للاحمرار نتيجة لتجمع الاكاسيد السداسية مع بعض الدبال المنقولة من أعلى، كما تكون كمية كبيرة من الكربونات والكبريتات والاملاح الاخرى الذائبة قد غسلت بعيداً في الاعماق

ويلاحظ انه كلما انتقلنا نحو الجنوب فان اراضي البودزول الحقيقية تتداخل مع اراضي ذات طبقة سطحية بنية او بنية رمادية ، وهذا يرجع الى اختلاط المادة العضوية فيها بالافق آ. كذلك يصبح الدبال المترسب غير واضح وتجمع الحديد والالومنيوم في أفق ب اقل وضوحاً . وبزيادة الاتجاه نحو الجنوب تتكون اراضي بودزولية خفيفة حيث تختفي آ. وتصبح معظم المادة العضوية جزءاً من (آ ١).

وتضم الاراضي الحمضية مجاميع الاراضي التالية :

١ ــ اراضي البودزول Podsol :

وتشمل النطاق الجنوبي لاراضي التندرا . وتنمو عليها الغابات وتتلخص ظروفها في ان متوسط الحرارة ٦ °م ، وكمية المطر ١٠٠٠ ــ ٢٠٠٠ مم ، ومعامل المطر حسب Lang اكثر من ٢٠٠ ، أما مادة الاصل فهي الصخور الحمضية مثل الديوريت ، والغرانيت والنيس . والعامل الفعال في تكوين هذه الاراضي هو زيادة الغسيل.

وتتلخص الظواهر الكيميائية في تحرك كل المواد الذائبة والكربونات وكذلك الغرويات الارضية وهي اكاسيد الحديد والالومنيوم.

هذه الاراضي حمضية التأثير حيث يصل PH أحياناً الى ٣، وفيها نسبة كبيرة من الدبال الحامضي Mor humus . وهذه الحموضة العالية تساعد على مرور الغرويات فتتجمع في الآفاق السفلى ولذلك فقوام الطبقة العليا رملي .

وصف القطاع :

A_0 = منطقة الاوراق و PH لها = ٣

A_1 = افق الدبال المختلط مع المادة المعدنية

A_2 = افق الترشيح . حيث يوجد الدبال في حالة غير مشبع لعدم وجود القواعـــد الارضية ولذلك تنقل اكاسيد الحديد والالومنيوم مع الماء الى الطبقات السفلى ، PH لها = ٤ . لون هذه الطبقة فاتح لفقرها بالدبال والاكاسيد السداسية .

B = افق التراكم للدبال والاكاسيد السداسية ، PH = ٤٫٥ — ٥ لون هذا الافق بين أحمر طوبي واحمر داكن ، ويلاحظ ان افق ترسيب الدبال يعلو أفق ترسيب الاكاسيد السداسية .

٢ ـ الاراضي البودزولية البنية Brown Podsolic Soils :

تعتبر هذه الاراضي بودزول ضعيفة . ففي آ توجد كمية ضئيلة من المـــادة العضوية في الاراضي البكر . كذلك فان الطبقة السليكاتية في آ٢ تكون ضعيفة أو غير موجودة . وبذلك يكون آ١ الغني بالمادة العضوية موجود مباشرة فوق الافق ب ، وتعتبر هذه الاراضي اكثر ملاءمة للزراعة من البودزول النموذجية .

٣ ـ الاراضي البودزولية البنية ـ الرمادية :

وتكون اكثر النباتات فيها اشجار متساقطـة الاوراق ، وتختلط المادة العضوية مع آ١ وفي افق آ٢ تختفي الطبقة السليكاتية الرمادية ويحل محلها افق رمادي او بني مائل للاصفرار . ويلاحظ ان بنـــاء هذا الافق صفائحي كما يوجد بعض الكالسيوم المتبادل على المعقد الغروي . اما افق ب ، فتظهر به بعض تجمعات الطين ، ويكون البناء فيه كتلياً .

٤ ـ الاراضي البودزولية الصفراء والحمراء :

نشأت هذه الاراضي تحت مناخ معتدل ، وامطـــار وفيرة ، وغابات مختلطة تتميز غالباً بتساقط اوراقها . ويتكون قطاعها من طبقة رقيقة من المادة العضوية آ. ، يليها افق آ١ ، اما افق آ٢ فهو ذو لون رمادي مائل للاصفرار ، وهو يعلو افق ب . ويكون افق ب ذا لون احمر اواحمر بني اذا كانت الارض بودزول حمراء ، بينما يكون اصفر او اصفر فاتح ثقيل القوام اذا كانت الارض بودزول صفراء . ويرجع سبب الخلاف في ذلك الى صورة التأدرت في اكاسيد الحديد ، حيث تكون هذه الاكاسيد اكثر تأدرتاً في البودزول الصفراء مما هي في البودزول الحمراء .

ويلاحظ ان هذه الاراضي تتكون على مواد اصل متفاوتة بين الجرانيت حتى الحجر الجيري .

٥ ـ اراضي البراري Prarie Soils :

وتسمى احياناً الاراضي البنية Brown Earths ، وتوجد غرب اوروبا وشرق الولايات المتحدة في المناطق التي تنمو بها حشائش طويلة بدلاً من الغابات ، وخصائص ، المناخ : متوسط درجـــة الحرارة

٦ — ١١ م ، الامطار ٨٠٠ — ١٥٠٠ مم . معامل المطر حسب Lang ٩٠ — ٢٥٠ ، مادة الاصل: صخور بها نسبة عالية من $CaCO_3$ تبلغ ١٥ — ٣٥ ٪ .

والمميزات الكيميائية للقطاع هي :

١ ـ تتحرك الاملاح الذائبة كالقلويات والقلويات الارضية الى الطبقات السفلى تحت تأثير الغسيل ولذلك فالقطاع خالي من كربونات الكالسيوم .

٢ ـ عدم تحرك كل الغرويات مثل املاح الحديد والالومنيوم .

٣ ـ كمية الطين متوسطة ولا يحدث به تغير .

٤ ـ PH القطاع متعادل او حامضي ضعيف .

٥ ـ نسبة الدبال ٣ ـ ١٠ ٪ والبناء محبب ودرجة التشبع ٥٠ ـ ٩٠ ٪ .

وصف القطاع :

A_0 = منطقه سقوط اوراق النباتات

A_1 = منطقة انتشار الدبال المختلط بالطين ـ حامضي ضعيف ـ نسبة الطين متوسطة الى مرتفعة .

A_2 = افق المادة المعدنية . خالي من كربونات الكالسيوم ولا تتعدى ٢ ٪ . كمية الطين عالية والبناء محبب .

B = يبدأ ظهور تكوينات ثانوية صغيرة من كربونات الكالسيوم . التأثير متعادل او قلوي خفيف ـ اللون بني الى بني فاتح ، وتظهر به حبيبات الطين المنتقلة من أعلى .

C = مادة الاصل .

٦ ـ الاراضي البودزولية الرمادية :

وقد تسمى الاراضي الرمادية الحراجية . وتوجد غرب الولايات المتحدة وكندا . حيث تنتشر الغابات ، والمناخ شبه رطب الى شبه جاف . والغسيل في هذه الاراضي ليس شديداً مثل الاقاليم الرطبة ، ولذلك فان PH الارض حوالي « ٧ » أي ان الوسط ليس حامضياً .

ثالثاً ـ اراضي المناطق الرطبة الحارة ونصف الحارة :

وتسمى حالياً بالاراضي القرميدية Latosols وكانت تسمى اراضي اللاتيريت Laterite soil .

ان الصفات العامة لاراضي هذه المناطق تلخص بالتالي :

١ ـ يسود عامل ارتفاع درجة الحرارة في تكوين هذه الاراضي ، وما يتبع ارتفاعها من نشاط عمليات التعرية الكيميائية ، وزيادة تكوين الطين ، وزيادة عمق القطاع .

٢ ـ تتكون هذه الاراضي من الطين المختلط بمعادن صعبة التحلل ، مثل الكوارتز . وقد تصل نسبة الطين الى ٨٠ ٪ .

٣ ـ تتكون هذه الاراضي تحت ظروف مطر غزير مستمر قد يصل معدله الى ١٥٠ مم في الساعة. ويلاحظ في هذه المناطق التالي :

آ ـ هطول الامطار بغزارة وباستمرار يسبب إزالة بعض آفاق القطاع العليا .

ب ـ هذا المناخ غالباً يقسم الى فصلين : فصل الامطـــار الرطب حيث يحدث غسيل للقواعد ، ويصير القطاع حامضياً ، والطين غير ثابت . وفي فصل الجفاف ، يكون التبخر كبيراً ويصل الى عمق كبير ، مما يسبب تكون تكوينات جديدة في القطاع Concretions .

٤ ـ اللون السائد لهذه الاراضي هو الاحمر اذا كانت جيدة الصرف . اما اذا كانت رديئة الطرف فيكون اللون غامق او رمادي . ويكون الطين ثابتا الى حد ما .

٥ ـ الدبال قليل نظراً لسرعة تحلل المادة العضوية رغم النمو الغزير .

وتسمى العملية المسؤولة عن تكوين هذه الاراضي : قرمدة Latosolization أو Laterization .

القرمدة : في تكوين الاراضي القرميـــدية يحدث غسيل للقواعد الارضية القابلة للذوبان مثل الكالسيوم ، والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم . وتبقى PH الارض حوالي ٧ ، ونظراً لارتفاع الحرارة تتحلل المادة العضوية بسرعة ، ويرتفع على اثر ذلك رقم PH الارض ، وبالتالي تقف قابلية الحـــديد والالومنيوم والمنجنيز للذوبان بينما تزداد نسبة ذوبان السليكا وتغسل مع الماء من الطبقة السطحية ، بينما تتراكم أكاسيد الحديد والالومنيوم فيهـــا . ولقد تكونت في كوبا ، على سبيل المثـال ، ارض تحوي ١٫٨ ٪ سليكا و ٧١٫١ ٪ اكسيد حديد ، بينما كانت مادة الأصل تحوي ٤١٫٩ ٪ سليكا و ٧٫٨ ٪ فقط من اكسيد الحديد .

ونتيجة لنشاط عمليات التجوية يصبح القطاع عميقاً ، وتنعدم في صفات الارض خواص طبيعة مادة الاصل . ويكون الطين المتكون وهو غالباً من الا كاسيد السداسية ، فقيراً جـــداً في سعته التبادليـة للقواعـــد اي من نوع الكاؤولينيت . ويلاحظ ان PH الارض يتراوح بين ٦ و ٧ ولا يوجـــد الايدروجين على مركب الامتصاص ، حيث ان القواعد الموجودة بكمياتها القليلة تكفي للمحافظة على نسبة تشبع عالية في الطين .

وتضم هذه الاراضي مجاميع الاراضي التالية :

١ ـ الاراضي الحمراء Red soils : تتكون هذه الاراضي تحت ظروف رطبة تتبادل مع ظروف الجفاف ، وتوجد هـــذه الاراضي في : كوبا وامريكا الوسطى وشرقي افريقيا وجنوب شرقي الولايات المتحدة وجنوب الصين والهند الصينية . الدبال متعادل التأثير ، اما الارض ومحلولها ، فاما ان يكون تأثيرها متعادلاً او حامضياً ضعيفاً .

وقد يحدث في بعض الاحوال غسيل لجزء من السليكا ، ويصير الطين غنياً في الاكاسيد السداسية. وهي اراضي خصبة وتحتاج لتسميد عند استغلالها زراعياً .

٢ ـ الاراضي الصفراء Yellow soils : تتكون هـذه الاراضي في المنطقـة الحارة المعتدلة ، وهي غير محددة الاوصاف تماماً ، يرجع لونها الاصفر الى زيادة تأدرت اكاسيد الحديد عنها في الحمراء . وقد يحدث بها عملية Laterization .

٣ ـ الاراضي القرميدية Latosols : هي أراضي تشبه الحمراء تمامـــاً ، فيما عدا زيادة نسبة الاكاسيد السداسية بها . وهي توجـــد عادة حيث توجـد الحمراء ، ولونها احمر طوبي ، تتميز بغسل اكسيد السليكون وتجمعه في المناطق السفلى من القطاع الارضي .

اما كمية الاكاسيد السداسية فهي عاليـــة جداً حيث تبلغ ٥٠ — ٦٠ ٪ وتكون قشرة حمراء اللون على السطح .

جميع املاح القواعد والقواعد الأرضية مقدارها قليل نظراً لغسلها . نسبة الدبال منخفضة جداً ، على الرغم من غزارة الانبات وذلك نظراً لسرعة تحلله .

نسبة الطين مرتفعة ، وهذا الطين غني جداً في الأكاسيد السداسية ولذلك فان نسبة السليكا للاكاسيد السداسية أقل من الواحد الصحيح ، قطاعها عميق وقد يصل الى اكثر من ثلاثة امتار بكثير .

شكل قطاعها ، من أعلى الى اسفل :

$$C - A_1 - A_2 - Bs - Biron = C.\ A.\ B$$

وبمقارنة هذه الآفاق بأراضي البودزول يتضح ان :

B iron = يقابل طبقة Fe Concretion في البودزول .

B s = طبقة التراكم في البودزول . ولكن في البودزول طبقة B s تعلو طبقة B iron

A_2 = يقابل طبقة الغسيل في البودزول .

A_1 = طبقة التحضير ، وتقابل طبقة الدبال في البودزول .

C = مادة الاصل في كليهما .

رابعاً — أراضي المناطق نصف الجافة والجافة :

وتشمل هذه المجموعة من الاراضي تلك التي تكونت تحت ظروف نصف جافة او جافة ، وتعتبر

كمية الامطار في هذه المناطق غير كافية لغسيل معظم الكالسيوم والكاتيونات الاخرى من القطاع الارضي، بل تتأثر بذلك الآفاق العليا فقط، ولذلك فان عمليات الغسيل والنقل لم تتم في هذه الاراضي، بل تغسل المكونات الذائبة من الآفاق السطحية فقط. ولذلك فان عمق منطقة تراكم كربونات الكالسيوم في القطاع الارضي تتناسب مع مقدار تغلغل مياه الامطار في الارض، وفي المناطق الأكثر جفافا ربما تتراكم ايضاً كبريتات الكالسيوم في القطاع والعادة تكون اسفل طبقة تراكم الكربونات.

وتأثير هذه الاراضي متعادلاً، أو مائلاً للقاعدية، وذلك نظراً لتشبعها بالكاتيونات القاعدية. وقطاعها من النوع A C، فالأفق A يتكون عادة من عدة طبقات، الاولى منها سوداء أو رمادية أو بنية، وهي في العادة تحوي نسبة عالية من الدبال. ويلي هذه الطبقة طبقات تتدرج في اللون. وتتكون من حبيبات متجمعة Aggregates وفي نهاية أفق A توجد الكربونات إما متبلورة، أو مغلفة الحبيبات المتجمعة.

أما أفق C وهو مادة الاصل فيكون تحت طبقة الكربونات.

ويلاحظ أن النباتات في هذه المناطق تتراوح بين الحشائش وبين الشجيرات الصحراوية. وأهم مجاميع الاراضي التي تدخل تحت هذه المجموعة هي:

١ - اراضي التشرنوزم (السوداء) Chernosem soils

تنشأ هذه الاراضي في المناطق نصف الجافة حيث لا يوجد غسيل كامل لكربونات الكالسيوم في قطاعها. والنبات الطبيعي فيها عبارة عن حشائش مختلطة. نسبة الدبال فيها تتراوح بين ٦ - ١٠ ٪، نسبة الطين ١٥ - ٣٠ ٪، وكلاهما يختلط ببعضه تماماً. هذه الاراضي محببة في السطح. ويتلخص وصف قطاعها بالتالي:

آ - القطاع A C. وافق A عميق يتراوح بين ٤٠ — ١٥٠ سم، وفي العادة بين ٧٠ — ١٠٠ سم. ويقسم الى A_1. A_2 ويكون لون A_1 اسود خصوصاً في قطاع التشرنوزم النموذجي وذلك نتيجة لتجمع المادة العضوية. ويكون A_2 افتح في اللون من A_1 اذ انه يحتوي على نسبة أقل من المادة العضوية.

ب - تقل نسبة المادة العضوية، وكذا سمك القطاع، كلما اقتربنا داخل منطقة التشرنوزم من الحدود الى المناطق الاقل رطوبة.

ج - اراضي التشرنوزم المثالية تمثل غسيلا كاملاً للاملاح الذائبة من الطبقة السطحية، وغسيلا غير

كامل لكربونات وكبريتات الكالسيوم . اما السليكا والاكاسيد السداسية فغير مغسولة . ولذلك لا يوجد تراكم لاملاح الصوديوم في القطاع بل يوجد تراكم لكربونات وكبريتات الكالسيوم . ويتوقف عمق طبقة التراكم على نوع مادة الاصل من جهة وكذلك على كمية المطر التي تهطل في تلك المنطقة .

د ـ توجد طبقة تراكم كربونات الكالسيوم عادة في افق A ، وطبقة الجبس على صورة عديسات تحت طبقة تراكم الكربونات .

٢ ـ الاراضي الكستنائية والبنية Chestnut and Brown Soils :

وتنتشر في كثير من بقاع العالم ، في روسيا وآسيا ، وافريقيا وبعض مناطق الولايات المتحدة . وتشكل غالبية الاراضي السورية . وقد اطلق عليها De Sigmond في تصنيفه لاراضي العالم اسم اراضي البادية (ستبية) البنية Brown Steppe soils.

وتختلف هذه الاراضي عن أراضي التشرنوزم في خاصيتين هما : قلة المادة المضوية من جهة ، وكذلك قرب منطقة تراكم الكربونات من السطح وهذه الاراضي تنتشر في المناطق ذات الامطار القليلة ، أقل من التشرنوزم ، إذ تنحصر كمية المطر بين ٢٥٠ — ٣٧٥ مم في السنة ، كذلك فان درجة الحرارة مرتفعة نسبياً في الصيف ومنخفضة في الشتاء .

واقد ذكر Glinka أنه نظراً لانخفاض كمية الرطوبة فانه لا يتوقع ان تنمو نباتات غزيرة مثل اراضي التشرنوزم . كذلك فان اللون البني الذي يميز هذه الاراضي يختلف في مصدره عن كل من اراضي المروج Prarie وأراضي الغابات البنية ، ففي مثل هــذه الاراضي ، يرجع اللون البني بصفة رئيسية الى وجود المادة المضوية ، بينما في الاراضي الكستنائية والبنية فان اللون البني يرجع اساساً الى إيدروكسيدات الحديد .

كذلك فان كمية الأمطار تعتبر كافية لمنع تجمع الاملاح في الطبقات العليا ، ولذلك تبدو خالية من الاملاح القابلة للذوبان ، بينما تبدو كربونات الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم قد غسلت الى اعماق اقل مما هي في التشرنوزم وبكميات اصغر ايضاً . اما الاكاسيد السداسية والسليكا فثابتة أي لا تتحرك بالغسيل ، شأنها في ذلك شأن جميع الاراضي المحتوية على الجير في قطاعها . كذلك فلا يبدو في مثل هذه الاراضي اي أثر لانتقال الطين او هجرته داخل القطاع الارضي.

ويتميز القطاع الارضي بوجود أفقين A و C . اما افق A فيقسم الى قسمين : A_1 حيث يبدو مفككا Loose ، و A_2 الذي يبدو اكثر تماسكاً واندماجاً من A_1 . بينما أفق C ويشكل مادة الاصل وهي عبارة عن رواسب تحتوي على نسب كبيرة من الاملاح عادة .

وتوجد انواع عـدة من الاراضي تحت هـذه الاقسام : مثل الاراضي الكستنائية المحمرة

والاراضي الكستنائية Chestnut Soils ، والاراضي البنية Brown Soils ، والاراضي البنية المحمرة Reddish Chestnut Soils والاراضي البنية المحمرة Reddish Brown Soils .

ويعطي De Sigmond في تقسيمه الى نوع Brown Steppe Soils تحت نوعين : اراضي البادية الكستنائية Chestnut Steppe Soils ، واراضي البادية الفاتحة البنية Light Brown Steppe Soils .

والفروق الحقيقيـــة في الاراضي المختلفة المذكورة سواء في التقسيم الاول او الثاني الخاص بـ De Sigmond إنما يرجع الى الاختلاف في نسبة المادة المضوية الموجودة في القطاع الارضي والتي تعطي بالتالي ألواناً مختلفة في الارض . وهذا الاختلاف انما يرجع اساساً الى الاختلاف في كميـــة الامطار التي تصيب كل منطقة . ففي الاراضي الكستنائية تتراوح كمية المادة المضوية عموما بين ١ - ٤،٥ ٪ ، بينما تهبط في الاراضي البادية البنية Light Brown Steppe Soils الى اقل من ذلك بكثير .

كما تختلف هذه الاراضي في نوع النباتات النامية عليها ، ففي المناطق الاكثر رطوبة تنتشر نباتات Festucta sulcata , Koeleria gracilis , K. cristata , Bromus inermis ، وكثير من Stipacea ، بينما في المناطق الاكثر جفافاً تنتشر نباتات Ceratocarpus , Artemisia .

وتعتبر هذه الاراضي خصبة زراعياً ، اذا توفرت لها المياه الا انها تحتاج الى التسميد الفوسفاتي عادة .

والملاحظة المهمة التي يجب الانتباه اليها : هو أنه لا توجد حدود واضحة بين تحت اقسام الاراضي هذه . ولعل افضل ما يمكن استعماله للتمييز بينها هو كمية محتواها من المادة المضوية في الاراضي البكر، ومقدار انفسال وعمق تجمع كربونات الكالسيوم في القطاع الارضي .

٣ - الاراضي الصحراوية Desert soil

وتتكون تحت المناخ الصحراوي ، حيث ان الجفاف يساعـــد على تحويل النباتات الى شجيرات صحراوية . وتمتاز هذه الاراضي بما يلي :

آ - معدل التبخر اكثر من كمية الامطار . كما ان الامطار تسقط دفعة واحدة عادة .

ب - تكون المواد الذائبة ، كالاملاح ، قشرة Crust على سطح الارض ، وقد تكون تحت السطح . وهذه الاملاح عبارة عن كربونات وكبريتات Ca و Mg و K و Na . وقد تعمل هذه الأملاح على التحام الحبيبات الدقيقة ، وتنتشر مثل هذه القشرة تحت الطبقة السطحية في بعض اراضي مزرعة كلية الزراعة بالمسلمية ، وتوجد القشرة السطحية في بعص اراضي البادية .

جـ - قطاعها اما B A C حيثما توجد مياه قليلة . او AC حيث لا توجد مياه تذكر . ويكون افق A نتيجة تأثير عوامل التجوية الطبيعية .

د ـ التأثير الحامضي معدوم حتى على السطح الخارجي ، فهي دائماً قاعدية .

هـ ـ عوامل التجوية المهمة هي الفيزيائية ، اذا ان الكيمائية ضعيفة لعدم وجود الماء الكافي ولذلك فالطين قليل او منعدم .

و ـ تكوين الدبال ضعيف جداً ، او معدوم ، لسرعة تحلله نظراً لارتفاع درجة الحرارة ، وكمية الدبال عادة اقل من ٠٫٥ ٪ .

وتوجد ثلاث مجموعات عظمى تتبع الاراضي الصحراوية هي : سيروزم Seirozem أو الصحراوية الرمادية ، والصحراوية Desert ، والصحراوية الحمراء Red - desert . وتتكون السيروزم في ظروف رطوبة أعلى من النوعين الآخرين .

خامساً ـ الأراضي بين النطاقية :

وتوجد هذه الاراضي عادة مع الاراضي النطاقية ، وتؤثر في خواص الارض بعض العوامل المحلية الخاصة بدلاً من تأثير المناخ . ويمكن تمييز ثلاث تحت رتب فيها نستعرضها بالتالي :

١ ـ الاراضي الغدقة (المستنقعية) Hydromorphic soils

وتتميز هذه الاراضي كونها مغمورة بالمياه ، إما لسوء الصرف نتيجـــة خصائص القطاع الخاصة كوجود طبقة صماء او طبقة ضعيفة النفاذية ، او ان تكون الارض نفسها واقعة في منطقة منخفضة . وعادة تنمو الاعشاب المائية في هذه الاراضي ، ولذلك توجد نسبة مرتفعة من المادة المضوية غير المتحللة وذات السمك الشديد في افق آ ، بينما يكون افق ب٢ ملتحم. وعادة اذا احسن صرف هـذه الاراضي فانها تصبح خصبة جداً وتستعمل في زراعة الخضار .

والصفة الرئيسية المميزة للاراضي سيئة الصرف هي وجود ما يسمى بآفاق الجلاي Glei ، حيث توجد بها عروق او بقع ملونة بالاحمر او الاصفر او البني ، نتيجة الصور المؤكسدة للحديـد والمنجنيز ، وقد توجد بها ألوان زرقاء ورمادية نتيجة الظروف المختزلة . وتحدث هــذه الحالات نتيجة تعاقب فترات ظروف الجفاف والرطوبة .

وتوجد مجموعتان تتبعان الاراضي الغدقة : اراضي المروج Meadow soils وقد يطلق عليها مجموعة الفايزنبودن Weisenboden ، وهذه توجد مجاورة لاراضي البراري . وعند صرفها تصبح خصبة جداً ، اذ ان ارتفاع الماء بها يرجع لانخفاض الارض وليس لوجود الطبقات الطينية الصماء .

والمجموعة الثانية هي البلانوسول Planosol ـ وهي اراضي مرتفعة سيئة الصرف . وتتميز بوجود طبقة طينية ثقيلة ، صماء ، مما يجعلها ضعيفة الخصوبة حتى ولو صرفت صناعياً .

٢ ـ الاراضي الملحية والقلوية Halomorphic soils :

وتتكون مثل هذه الاراضي عادة في المناطق الجافة ونصف الجافة ، حيث تتراكم الاملاح بالطبقات العليا من القطاع الارضي .

فاذا تراكمت في القطاع املاح الكالسيوم والمغنيسيوم مع كميات قليلة نسبياً من الصوديوم الممتز على سطح الغرويات ، وكانت معظم الانيونات على صورة كلوريـــد وكبريتات مع كمية قليـلة من الكربونات والبيكربونات ، سميت الارض بالمالحة Saline او سولونشاك Solonchak . وقد تغطى الارض بقشرة بيضاء ملحية ، ولذلك تسمى ارض بيضاء قلوية White alkali .

اما اذا زاد تركيز الصوديوم على الغرويات ، فتتكون الارض القلوية Alkali وتسمى سولونتز Solonetz . وهناك نوعاً ثالثاً يسمى الاراضي القـلوية المنحلة Sololti or degraded alkali وفي هذا النوع تغسل الاكاسيد السداسية من افق (آ.) الى افق (ب.) نتيجة تقدم الانهيار في الاراضي القلوية .

٣ ـ الاراضي الكلسية Calcimorphic soils :

غالباً ما تنشأ هذه الاراضي على مواد اصل جيرية . فان وجدت مع الاراضي البنية الحراجيـــة يصبح لون الارض البني بنياً داكناً في الطبقة السطحية ثم يخف ويتغير تدريجياً مع العمق حتى اللون الرمادي الذي يرجع الى مادة الاصل .

أما اذا وجدت مع اراضي الحشائش ، فيصبح اسمها رندزينا Rendzina ، وهي اراضي ضحـــلة داكنة اللون تنشأ على صخور جيرية طرية .

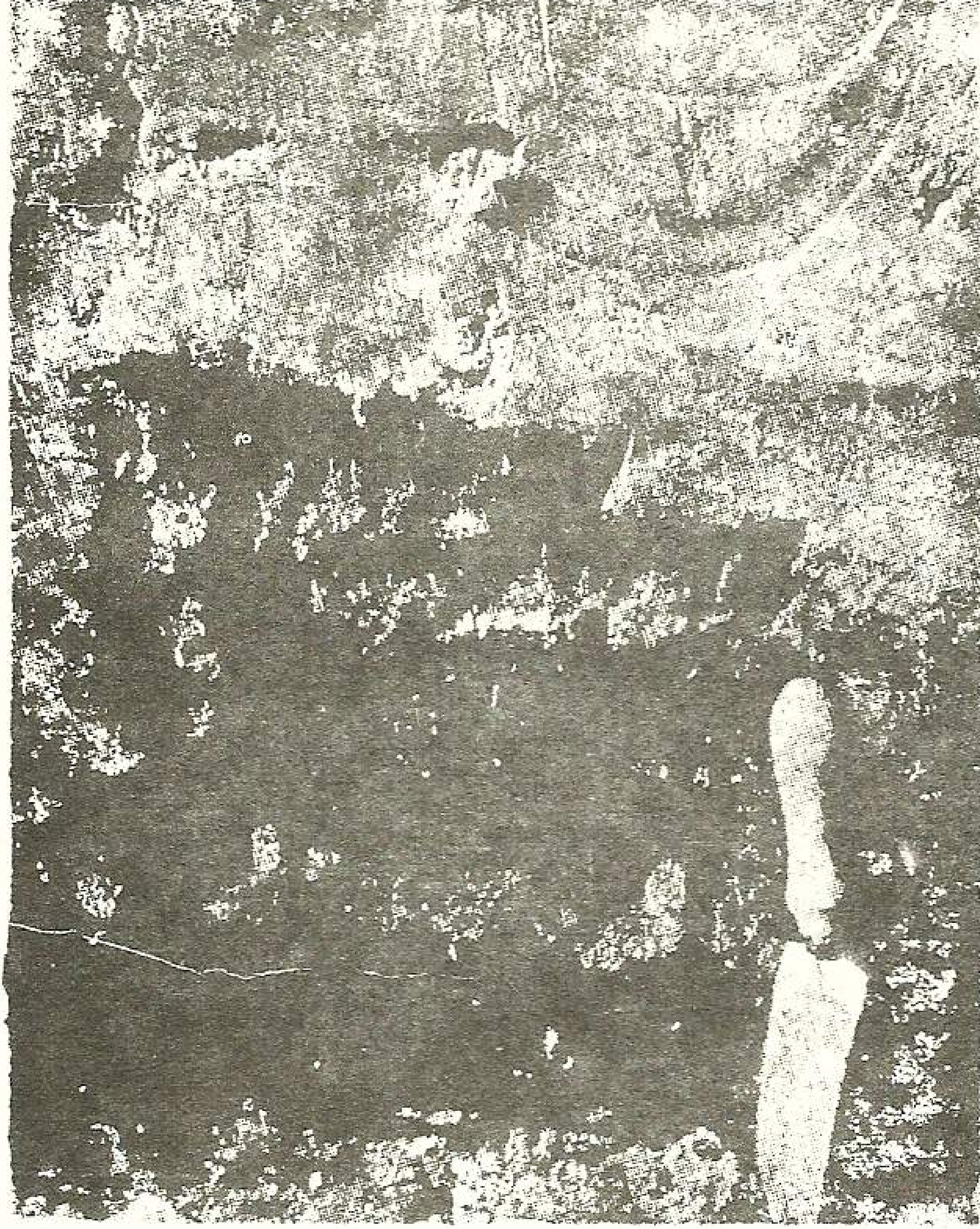
سادساً ـ الاراضي غير النطاقية :

تتحدد خواص هذه الاراضي بطبيعة مادة الأصل فقط ، وليس للمناخ او أي عملية من عوامل تكوين الاراضي تأثير في خواص الارض ويوجد ٣ مجموعات منها :

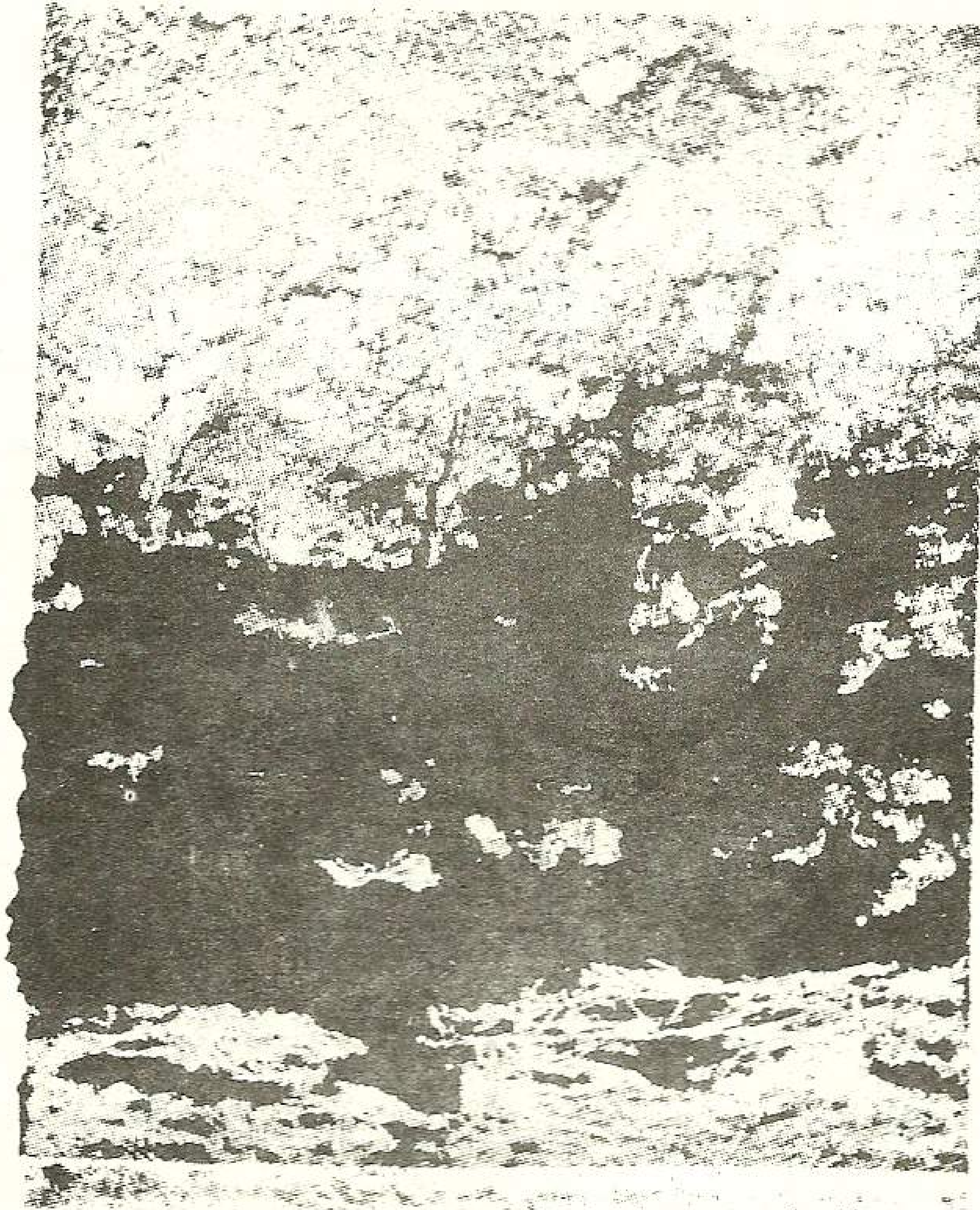
١ ـ الاراضي الحجرية Lithosols : ويتكون من سطح تربة رقيق فوق المهد الصخري ، وتوجـد عادة على المنحدرات الشديدة ، ولا يبدو عليها التطور الا بدرجة ضئيلة . وتعتبر هذه الاراضي قليلة الأهمية الزراعية رغم وجودها أحياناً في ظروف مناخية ملائمة .

٢ ـ أراضي الريجوسول Regosols : وهي أراضي حديثة التكوين جداً ، وتوجد على الرواسب المعدنية المفككة الناعمة الميتة . مثل ، الكثبان الرملية ، او رواسب اللويس او الركام الثلجي .

٣ ـ الاراضي الرسوبية (النهرية) Alluvial soils : وتعتبر هذه الاراضي عادة اهمية زراعية كبيرة . وهي أراضي حديثة التكوين ، يضاف اليها باستمرار طبقات جديدة . وهي أراضي ذات قوام خشن .



شكل ٤٢ - قطاع ارضي في ارض مالحة حيث يظهر تزهر الاملاح السضاء في السطح



شكل ٤٣ - قطاع ارضي في ارض قلوية حيث يظهر البناء العمودي في افق ب

رتب الارض (المراتب التقسيمية) :

عند تصنيف ارض ما يمكن اتباع التسميات وفق التسلسل التالي. وذلك بعد اجراء الدراسات الحقلية والتحليلات المخبرية اللازمة . ولقد اختلف العلماء في المراتب التقسيمية تبعاً للتصنيف الذي اعتمده كل منهم ، ونتناول في التالي المراتب التقسيمية للتقسيم الذي ذكر في هذا الفصل :

١ ـ رتبة الارض Soil order : وهي أعلى درجة في سلم التقسيم .

ولقد جمعت الاراضي في ثلاث رتب هي : نطاقية ، بين نطاقية ، غير نطاقية . وترتبط خواص الارض النطاقية بالمناخ الذي تكونت فيه . أما الاختلافات في الاصل الجيولوجي والتكوينات الصخرية فتعتبر ضعيفة نظراً لسيادة أثر المناخ . واللفظ نطاقي يشير الى ان هذه الاراضي تنتشر انتشاراً واسعاً لدرجة يمكن اعتبارها اقليمية تقريباً . أما الاراضي بين نطاقية فهي تنتشر في مناطق الاراضي النطاقية إلا انه تظهر بعض آثار الظروف المحلية كوجود الاملاح أو الصرف السيء او بعض العوامل المحلية الاخرى . وتتشابه هذه الاراضي مع بعض خواص الاراضي النطاقية الاساسية ولكنها تختلف عنها في تأثير بعض الظروف المحلية .

والاراضي غير النطاقية لا تظهر فيها آثار المناخ نظراً لحداثة عهدها ، ولذلك فقطاعها غير متطور .

٢ ـ تحت الرتبة Sub order : ويستخدم عادة احد العوامل الهامة في تكوين الاراضي كأساس في التقسيم ، فاذا استخدم المناخ فيقال مثلاً اراضي المناطق الباردة ، أو اراضي المناطق الجافة .. الخ . والتقسيم الى تحت رتبة يستند الى وجود أو غياب آفاق تشخيصية محددة .

٣ ـ المجموعة Group : وتحدد فيه الى اي من مجموعات الاراضي الكبرى (العظمى) Great soil group ترجع هذه الارض . مثل : بودزول أو تشيرنوزم أو كستنائية . وهي الدرجة الثالثة في المرتبة التقسيمية . ويستند التقسيم الى مجموعة كبرى في تماثل خواص القطاع الارضي من حيث وجود الآفاق التشخيصية المتماثلة .

٤ ـ العائلة Family : وهي عبارة عن سلاسل اراضي متشابهة في بعض خواصها مثل القوام ، أو البناء ، وكمية المادة العضوية ، ونوع معدن الطين ... الخ .

٥ ـ سلاسل الارض Soil Series : وهي مجموعة اراضي تكونت من مادة اصل واحدة وبواسطة نفس المجموعة من العوامل الوراثية ، كما أن قطاعاتها متشابهة تماماً في ترتيبها وخواصها العامة ، وقد تكون بينها خلافات في أهميتها الزراعية فقط مثل قوام الطبقة السطحية . والعادة يكون اسم النوع هو اسم المدينة أو القرية التي تقع بها الارض ، او النهر أو المركز أو غير ذلك مثل : ارض السلمية أو غوطة دمشق .

٦ - نوع الارض Soil type : وقد تقسم السلاسل الى انواع . ويلاحظ هنا ان الاختلافات في القوام مثلاً ، بين انواع ترجع لسلسلة معينة يجب ان تكون كبيرة .

والعادة ان يطلق على الارض اسم النوع والسلسلة معاً ، مثل : مسلمية طينية سلتية ، او خابور طميية سلتية . ويلاحظ ان القسم الاول يدل على السلسلة والقسم الثاني يدل على النوع وهو القوام .

٧ - وقد يتدرج التصنيف لأكثر من ذلك ، فيصل حتى الحالة الارضية Soil phase ويهتم بالانجراف او الانحدار ، او وجود الحصا او كمية الاملاح الذائبة . والحقيقة انها توضح الانحراف عن الصنف العادي The Normal type مثل مسلمية طينية سلتية - الحالة منجرفة . أو خابور طميية سلتية - الحالة حصوية .



الفصل الثاني

لمحة عن تقسيم الاراضي السابع

SOIL CLASSIFICATION . A COMPREHENSIVE SYSTEM 7th. APPROXIMATION

اقترحت منذ زمن بعيد آراء متعددة في تقسيم الاراضي ، ابتدئت منذ القرن الثامن عشر وتوالت هذه الآراء باقتراحات متعددة حتى كان التصنيف الذي درس في الفصل السابق والذي اقترح في الخمسينيات من القرن الحالي . الا ان جميع هذه التقاسيم لم تف بالغرض الذي وضعت من اجله اذ لم تعن بدراسة الارض نفسها ، كما انها اغفلت جانباً مهماً ، وهو الدراسة الحقلية للارض . فبعضها أعطى اهمية كبيرة للاراضي البكر ، رغم ان الحاجة الماسة هي الارض المزروعة نفسها والتي اختلطت الطبقات السطحية فيها نتيجة عمليات الخدمة المختلفة . كذلك فان العديد من الاراضي يتعرض لفعل الانجراف باستمرار وبالتالي تنشأ له خصائص متجددة فأرض تقع في مناخ التشرنوزم مثلا ، لن تتكون فيها خصائص التشرنوزم اذا كانت الارض معرضة لفعل الانجراف ، حيث تنكشط الطبقـــة السطحية بفعل التعرية وتتعرض الطبقة الصخرية للجو ... بالاضافة الى ذلك فان بعض الاراضي يضاف لها تكوينات جديدة باستمرار إما بفعل الهواء او بفعل الماء كالاراضي النهرية ، وهذه الاراضي لم يتكون لها قطاع ذا خصائص محددة ، كما لم تتضح فيها اثر عوامل التكوين المختلفة.

ان هذه النقاط ، بالاضافة الى اخطاء اخرى وقعت فيها جميع التقاسيم ، مع توفر البيانات المتعددة والمعلومات الكثيرة عن اراضى العالم نتيجة التقدم العلمي ، جعلت الاستمرار في أي من التقاسيم المعروفة امراً لا يخلو من الخطأ لعدة اسباب نوجزها بالتالي :

١ ـ ان مجاميع الارض العظمى في التصانيف القديمة كانت تحدد على اساس من العوامل البيئية

المختلفة المحيطة بالارض وليس على اساس من خصائص التربة نفسها ، والحقيقـــة تهمنا الارض نفسها وليست عوامل تكوين الاراضي ، ولذلك بقيت خصائص الارض في كل مجموعة مبهمة بعض الشيء .

٢ ـ ان التصانيف السابقة تضع الارض المدروسة في احد ثلاث مجموعات هي : نطاقية ، بـين نطاقية ، لانطاقية . وبالرغم من ان هذا مفيد بعض الشيء ، إلا ان تحديد خصائص هذه المجاميع على اساس خواص الارض بقي غامضاً .

٣ ـ ان العديد من الاراضي التي حددت خصائصها في التقاسيم ، كانت تحت ظروف الاراضي البكر (غير المزرعة) Virgin soils ، وهـــذه الخصائص تتغير عند زراعة الارض ، ولذلك كان تصنيف الاراضي المزرعة تبعاً لظروف الاراضي البكر امراً بعيداً عن الحقيقة .

٤ ـ لقد جرت عدة محاولات للاستفادة من خصائص الارض عند تقسيم الاراضي ولكنها كانت في الفروع الدنيا مثل Series و Types و Phases .

كذلك كانت هذه المحاولات تجرى على بعض الخصائص القليلة التي تعتبر مهمة في بعض الدراسات، ولم تكن شاملة لجميع الخواص . وهذا أدى الى وضع ارضين تحت قسم واحـــد نظراً لتماثلهما في بعض الخصائص المختارة ، وربما اختلفتا في باقي الخواص .

٥ ـ لقد أعطيت خاصة اللون أهمية كـبرى في جميع التصانيف خصوصاً عند تسمية تحت الرتب ومجاميع الاراضي الكبرى ، بالرغم من وجود خصائص اخرى اكثر أهمية . ولقد أدى هذا الى حدوث بعض الالتباس عند التعبير . فهناك اراضي بنية في المناخ الرطب واخرى بنية في المناخ الجاف وكلهـــا تسمى Brown .

٦ ـ اشتقت اسماء المجاميع الكبرى من عدة لغات ، ولذلك لم يكن الاسم معبراً عن الصفة . بالاضافة الى ذلك ، أطلقت اسماء متعددة على ارض واحدة ، مثال ذلك :

الاراضي السوداء في استراليا Black Earth ، وهذه تقابل الكروموسول Grumusol في تكساس، كما تقابـــل اراضي Rendzina التي اطلقها Marbutt . كما ان هنـــاك اراضي سوداء في مانيتوبا Black Earth of Manitoba وهذه تقابل اراضي التشرنوزم في North Dakota ... الخ .

والاراضي السوداء باللغة الانكليزية تقابـــل تشرنوزم في اللغة الروسية . فما هي ياترى الاراضي السوداء فعلاً .

كما استعملت احياناً بعض الاصطلاحات لتعني أنواعاً عدة من الاراضي ، فأراضي Terra rossa استعملت لتصف اراضي في ايطاليا او جنوب فرنسا او في استراليا او في سوريا . وفي كل من هـــذه المناطق تختلف الاراضي المسماة بهذا الاسم اختلافاً واسعاً .

كل هذه الاسباب قد دفعت لوضع تقسيم جـــديد وضعت أسسه عام ١٩٦٠ ، ثم وضعت بعض التفصيلات له عامي ١٩٦٤ ، و ١٩٦٩ ولقد اخذ شكله النهائي في صيف ١٩٧٤ في مؤتمر عقد بموسكو. ولقد عرف هذا التقسيم باسم المحاولة السابعة 7th. Approximation حيث اعتمد في تسميته على اصول يونانية ولاتينية ، ذات صلة بخواص الارض .

ولن نستطيع في هذا الفصل ان نحيط بهذا التقسيم الجـديد ، فذلك يحتاج الى مؤلفات اكثر ، إذ أنه يشكل علماً قائماً بذاته ، كما في المملكتين النباتية والحيوانية ، ولكن سنحـاول اعطاء فكـرة تمهيدية عنه .

اشتقاق الاسماء للمراتب التقسيمية في التصنيف السابع :

اعتمد هذا التقسيم اللغتين اللاتينية واليونانية في اشتقاق الاسماء باعتبارهما اللغة العلمية التي سادت اوروبا في مستهل النهضة العلمية . ولقد أعطيت للرتب اسماء وصفية ، فالاسم Aridisols أعطي اسماً لرتبة الاراضي الجافة ، ويلاحظ ان اللفظ Sol ويعني ارض وهو الجزء الاخير من الكلمة ، يشير الى Order الرتب دائماً . واللفظ id الذي يسبق المقطع Sol هو تعبير وصفي للاراضي الجافة ، ويدخل في جميـع اسماء الاراضي التابعة لرتبة Aridisols ، وذلك في نهاية الـكلام .

والاسم Entisols هو اسم رتبة الاراضي ذات القطاع غـير المميز كالاراضي الرسوبية حيث أن Sol تشير للرتبة اذ انه في آخر الكلمة، و Ent هو تعبير وصفي للاراضي ذات القطاع غير المحدد ويدخل في نهاية التسميات التابعة لرتبة Entisols .

اما تسمية تحت الرتبة فيتكون دائماً من مقطعين : احـــدهما المقطع الخاص بالرتبة ويقع في آخر الكلمة ، مثل id في Aridisols و ent في Entisols . والآخر وصفي ويشير الى تحت الرتبة ويقع في اول الـكلام . فعلى سبيل المثال اراضي المناطق الجافة Aridisols والتي يتميز قطاعها بوجود تجمع للطين في احد آفاقها تأخذ اسم تحت الرتبة Argids فالمقطع arg محور من الافق argilic horizon الذي اشتق من اللغة اللاتينية argilla (أي الطين) .

واذا انتقلنا في التسمية الى المجموعة الكبرى نجد ان الاسم يتكون ايضاً من مقطعين : احـدهما وهو اسم تحت الرتبة التي تتبع لها المجموعة الكبرى ويكون في آخر الكلمة والثاني هو الاسم الوصفي الذي يميز المجموعة الكبرى ويقع في اول الكلمة . فمثـــلا تحت الرتبة Argids والتي تحوي افقاً قاسياً (متصلباً) في قطاعها تكون هذه المجموعة الكبرى باسم durargids حيث ان dur مشتق من الاصـل اللاتيني durns ويعني متصلبة ، أما argids فهو اسم تحت الرتبة التي تتبع لها هذه المجموعة الكبرى .

أما اسم تحت المجموعة Subgroups فيكون عادة ثنائي الحد او عديد الحدود ، فالقطاع النموذجي

للمجموعة الكبرى تسمى تحت المجموعة له typic وتضاف لاسم المجموعة ، اي يصبح اسم المجموعة السابقة typic durargids ، والاسم Mollic durargids تشير الى تحت المجموعة التي يكون قطاعها أعمق من المعتاد واللون ادكن ، وكلا تحت المجموعتين السابقتين تتبعان المجموعة durargids .

أما اسماء العائلات Families فلقد اتفق على ان يتكون ايضاً من مقطعين وهما : الاسم الدال على تحت المجموعة الكبرى ، مع وصف يميز العائلة ويكون عادة قوام الارض ، او التركيب المعدني ، او حرارة التربة ... الخ .

أما اسم السلسلة Series فيضاف الى اسم العائلة التابعة لها : اسم المكان او البلد الذي امكن التعرف على السلسلة واكتشافها لأول مرة .

الآفاق التشخيصية في التقسيم السابع :

لقد استخدم المشرفون على التقسيم السابع الاسماء التالية الدلالة على الآفاق المختلفة التي لوحظت في اراضي العالم . ولقد اعطي لكل أفق وصفاً كمياً محدداً يميزه عن الآفاق الاخرى ، وسنعرض هنا الى أسماء هذه الآفاق مع وصف موجز لها فقط .

تقسم الآفاق التي استخدمت في التقسيم السابع الى مجموعتين تبعاً لموقعها في القطاع ، فالمجموعة الاولى تعرف بالآفاق السطحية ، ويطلق على كل منها epipedon ، والمجموعة الثانية وهي الآفاق تحت سطحية وتعرف باسم horizon .

آ ـ المجموعة الاولى ، وتشمل :

١ ـ Mollic epipedon : وهو الافق او الآفاق السطحية لأراضي البوادي Steppe soils ، وهذا على العموم يعتبر عميقاً حيث يزيد عمقه عن ٢٥ سم . واللون داكن ، وله بناء مميز . درجة التشبع بالقواعد أعلى من ٥٠٪ ، ويعتبر الكالسيوم المتبادل أعلى من باقي الكاتيونات ، به دبال بدرجة واضحة .

٢ ـ Anthropic epipedon : يشبه الافق السابق ، إلا ان نسبة الفوسفور الذائب بالحامض به أعلى مما هو في الاول .

٣ ـ Umbric epipedon : الافق قاتم اللون ، قد يكون له بناء محدد ، وقد يكون البناء غير واضح ، التأثير حامضي قوي ، قد يحتوي على نسبة بسيطة من الكالسيوم المتبادل ولذلك فهو يختلف عن خواص Mollic ، به دبال بكمية واضحة .

٤ ـ Plaggen epipedon : وهو افق سميك جداً (اكثر من ٥٠ سم) ، وهو شائع في الاراضي الزراعية حيث تستخدم الاسمدة البلدية والعضوية بكثرة .

٥ ـ Histic epipedon : افق سطحي رقيق حيث السمك اقل من ٣٠ سم ، ويتكون من مواد عضوية ، وقد تكون الارض غدقة .

٦ ـ Ochric epipedon : افق رقيق ، اللون فاتح ، ينتشر في اراضي الغابات عادة ، ودرجة نضجه ضعيفة .

ب ـ المجموعة الثانية ، وتشمل :

١ ـ Argillic horizon : افق تجمع الطين نتيجة لهجرة الطين .

٢ ـ Natric horizon : ويشبه الافق الاول إلا انه يمتاز بسيادة الصوديوم المتبادل على الطين ، كما يتحول البناء الى موشوري او عمودي ، وهذه من صفات الاراضي القلوية .

٣ ـ Argic horizon : وهذه شائعة في الاراضي الزراعية حيث يتجمع الطين والدبال نتيجة لفعل الانسان .

٤ ـ Spodic horizon : افق تجمع الدبال والالومنيوم والحديد في حالة غروية غير متبلورة كما في اراضي البودزول .

٥ ـ Cambic horizon : يختلف هذا الافق عن الافق الذي يعلوه بالخواص الكيماوية والفيزيائية والحيوية ، وهو على العموم ذات بناء محدد ، ولا توجد دلائل لحدوث عملية الانتقال والحركة للعناصر داخل القطاع ، ولكن الطين يتكون محلياً .

٦ ـ Oxic horizon : وتوجد في هذا الافق كمية من طين الكاؤولينيت ، كما توجد فيه أكاسيد سداسية بكمية أعلى مما يعلوه ، وتكون سعة تبادل التربة منخفضة جداً .

٧ ـ Albic horizon : وتتجمع في هذا القطاع المعادن الاولية والكوارتز ، ويميل لون الافق الى الرمادي والابيض .

٨ ـ Calcic horizon : وتتجمع فيه كربونات الكالسيوم بدرجة كبيرة .

٩ ـ Gypsic horizon : ويتجمع فيه الجبس بكميات واضحة .

١٠ ـ Salic horizon : وتتجمع فيه الاملاح القابلة للذوبان بدرجة كبيرة .

١١ ـ Duripan : وهو افق صلب غير منفذ ، وينشأ ذلك عن فعل ثاني اوكسيد السليكون الذي يعمل كمادة لاحمة لبقية المكونات .

١٢ ـ Fragipan : وهو افق غير متصلب ولكنه غير منفذ يعيق حركة الماء والجذور ،

المراتب التصنيفية في التقسيم السابع :

يقسم التصنيف السابع اراضي العالم الى قسمين كبيرين هما : اراضي معدنية واخرى عضوية . ثم يقسم الاراضي المعدنية الى قسمين متميزين هما : اراضي ليس لها آفاق محددة او قطاعات مميزة ، واخرى لها آفاق محددة وقطاعات مميزة .

اما الاراضي ذات الآفاق المحددة فتقسم الى قسمين : اراضي تتعرض للجفاف اكثر من ستة اشهر في السنة واراضي تتعرض للرطوبة اكثر من ستة اشهر في السنة . والجدول رقم (٢١) يوضح الخطوط العامة للتقسيم السابع .

ويتضح من الجدول ان اراضي العالم مقسمة الى عشر رتب Order ثم تتفرع التقسيمات الى تحت رتبة Suborder ، فمجموعات اراضي كبرى Great group ، فتحت مجموعات Subgroup ، فالعائلة Family ، فالسلسلة Series .

ولقد وضع وصف دقيق كمي لكل مرحلة من مراحل التقسيم المذكورة ، ولتحديد موقع الارض في التصنيف السابع لا بد من ان تجري على العينات المأخوذة من القطاع الارضي جميع الدراسات الحقلية اللازمة بدقة ، وكذلك جميع التحليلات الفيزيائية والكيميائية ، ثم تقارن نتائج الدراسات والتحليلات مع الاوصاف الموضوعة لكل مرحلة من مراحل التقسيم السابع .

ولقد وضعت اوصاف محددة للرتب العشر ، نتناولها بايجاز جداً مع بعض الشرح لواحدة منها على سبيل المثال وهي الرتبة الثانية نظراً لانتشار هذه الرتبة بمساحات واسعة في القطر العربي السوري .

الرتبة الاولى : Entisols

وتتبع لها الاراضي الاولية حيث الآفاق غير واضحة في القطاع الارضي ، كما في الاراضي الرسوبية (الزهربة) ، او الاراضي الواقعة على منحدرات حيث تتعرض لفعل الانجراف بالمياه ، ولذلك فهذه الاراضي صغيرة جداً Very young . وقد تكون ناشئة على مادة اصل مقاوم للتحلل كما في الكوارتز . وقد تكون هذه الاراضي قديمة الا ان تدخل الانسان قد غير من الآفاق بالحراثة وما شابه ذلك . وقد ينتشر في هذه الاراضي قطاع من النوع Ochric epipedon .

الرتبة الثانية : Vertisols

وتتبع لها الاراضي التي تتميز بوجود طين معظمه من المونتموريللونيت ، ونظراً لقدرة هذا الطين على التمدد بالابتلال والانكماش بالجفاف لذا تظهر في هذه الاراضي خاصية التشقق الذي قد يصل لعمق

جدول (٢١) الخطوط العامة للتقسيم السابع

اراضي معدنية									اراضي عضوية
اراضي ليس لها قطاع مميز او آفاق محددة			اراضي لها قطاع مميز وآفاق محددة						
لايوجد افق ب		افق ب ضعيف	اكثر من ٦ اشهر جفاف	أكثر من ستة أشهر رطوبة					
1. Entisol الآفاق غيرموجودة	2. Vertisol طين اكثر من ٣٥٪، سعة تبادلية اكثر من ٣٠ ملليمكافىء لكل ١٠٠غ تربة ، بناء حبيي، شقوق واضحة	3. Inceptisol آفاق معينة قليلة الوضوح	4. Aridisol ١ < E.C ملليموز افق ب اماجيري او ملحي	5. Mollisol داكن اللون ـ نسبة التشبع بالقواعد < ٥٠٪، مادة عضوية < ١٪ ذات ملمس ناعم $>P_2O_5$ ٢٥٠ جزء في المليون .	6. Spodosol وجود اكسيد حديد مع او بدون دبال في طبقات تحت التربة	7. Alfisol افق الطين Argillic يعلو طبقة تشبع القواعد بها أعلى من ٣٥٪	8. Ultisol افق الطين يعلو طبقة تشبع القواعد بها أقل من ٣٥٪	9. Oxisol آفاق بها اكاسيد مثل الاكاسيد السداسية او طين من نوع ١:١	10 Histosol مادة عضوية < ٢٠٪ تمتد لعمق اكثر من ٣٠ سم .

اكبر من ٥٠ سم ويتسع لأكثر من ١ سم ، ولذلك فان التربة السطحية تسقط في الشقوق لأسفل وتحل محلها تربة من التي تحتها ، أي ان هناك حركة مستمرة داخل التربة تمنع ظهور آفاق في الطبقات العليا من التربة . وتتبع هذه الرتبة اراضي الكروموسول grumusol .

الرتبة الثالثة : Inceptisols

تتبع لها الاراضي ذات الآفاق الضعيفة والسريعة التكوين ، وتنتشر في المناطق الرطبة وشبه الرطبة ، حيث يكون فيها واحداً أو اكثر من الآفاق الآتية : Cambic horizon , fragipan , Umbric epipedon . ولا تبدو في هذه الاراضي الآفاق الواضحة الناشئة عن هجرة الطين او الاكاسيد السداسية اي ان عمليات تكوين الاراضي ليست نشطة بدرجة كبيرة .

الرتبة الرابعة : Aridisols

تتبع لها اراضي المناطق الجافة ، ويشبه قطاعها قطاع Entisols ولكن يضاف له افق او اكثرمن آفاق Cambic أو افق تجمع كربونات الكالسيوم او الاملاح او السليكا او الطين المغسول . وعادة تقع الاراضي تحت غطاء من النباتات على شكل اعشاب صحراوية ولذلك فالمتبقي من المادةالعضوية قليلا ولايكفي لتكوين افق mollic epipedon .

الرتبة الخامسة : Mollisols

تتبع هذه الرتبة الاراضي ذات قطاع mollic epipedon ، ودرجة تشبعها بالقواعد أعلى من ٥٠٪ ، وتتبع لها اراضي البوادي ، وأحياناً اراضي الغابات الناشئة على مواد اصل غنية بالجير .

الرتبة السادسة : Spodosols

تتبع لها اراضي المناطق الرطبة ، حيث تحتوي افق Spodic horizon وهو افق تجمع الدبال وأكاسيد الحديد والالومنيوم .

الرتبة السابعة : Alfisols

تتبع هذه الرتبة الاراضي ذات افق تجمع نتيجة هجرة الطين من أعلى وقد يجاوره افق Argillic او Natric ، ودرجة التشبع بالقواعد أعلى من ٣٥٪ . ولا يحوي قطاع هذه التربة آفاق Spodic أو mollic . وقد يكون الغطاء النباتي غابات او اعشاب طويلة .

الرتبة الثامنة : Ultisols

تتبع لها الاراضي الواقعة في المناخ الرطب مع فصول جفاف طويلة ، ودرجة التشبع بالقواعد

خلال القطاع اقل من ٣٥٪ ، وتقوم النباتات بحفظ بعض القواعد في اجسامها من ان تفسل مع مياه الامطار . ولا تحوي هذه الاراضي على افق Spodic او Oxic ولكنها تحوي افق تجمع الطين . وعادة يكون الغطاء النباتي من الغابات .

الرتبة التاسعة : Oxisols

وتتبع لهذه الرتبة اراضي المناطق الرطبة الحارة حيث يوجـــد في قطاعها افق Oxic horizon ويتكون من أكاسيد حديد والومنيوم حرة وطين الـكاؤولينيت وكوارتز .

الرتبة العاشرة : Histosols

وتتبع لها الاراضي العضوية .

أما لتوضيح التدرج في المراتب التصنيفية نحو الحدود الدنيا فنتناول بالشرح الرتبة الثانية Vertisols . وهذه الرتبة تشمل الاراضي المعدنية التي تحوي في جميع آفاقها ، ابتداء من عمق ٥ سم من السطح والى اسفل حتى الصخر الاصلي ، او حتى أفق الجير Calcic horizon او حتى عمق ١ م واحياناً اقل ، تحوي اكثر من ٣٠ ٪ طين ، ولها سعة تبادلية اكثر من ٣٠ ملليميكافيء / ١٠٠ غ تربة ، ويحدث لها في بعض فصول الجفاف ، اذا كانت غير مروية ، شقوق بعرض ١ - ٢٥ سم تمتد على الاقل حتى منتصف عمق التربـة Solum . بالاضافة الى ذلك تحوي واحداً او اكثر من التالي :

١ - Gilgay

٢ - التربة متجمعة بشكل شرائح Slickensides متقاربة من بعضها .

وتقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما :

Aquerts (2.1)

والاراضي التابعة لها تحوي واحداً فقط او كلا من التالي :

١ - Chroma اقل من ١,٥ في الطبقة ٣٠ سم العليا .

٢ - نقط Mottle سائدة او مميزة في ٧٥ سم الاولى من القطاع .

Usterts (2.2)

والاراضي التابعة لها تحوي Chroma اكثر من ١,٥ في الطبقة ٣٠ سم العليا . وتكون النقط الملونة في ٧٥ سم العليا قليلة الوضوح

ويقسم كل من تحت الرتبتين الى مجموعتين عظمى هما :

الاولى :

Grumaquerts (2.11)

Grumusterts (2.21)

عندما تجف الارض بعد سقوط مطر يكفي لاشباع ١٥ سم العليا ، وقبل حراثتها ، تبدو الارض في الطبقة السطحية ذات حبيبات متجمعة قاسية جداً ذات قطر غالباً اصغر من ٥ مم ، مفككة ، مسامية ، وتقوم بحفظ الارض . ولا يبدو في الطبقة السطحية أي بناء طبقي Platy ، او وجود قشرة سطحية كتيمة ناتجة من التحام حبيبات السلت او الرمل وتماسكها بعد الجفاف .

فان كانت الارض من تحت رتبة Aquerts كانت المجموعة العظمى Grumaquerts . اما ان كانت من تحت رتبة Usterts كانت المجموعة العظمى Grumusterts .

ثم تقسم كل مجموعة عظمى الى تحت مجموعات محددة بأوصاف تفصيلية مثل :

Typic Grumusterts (2.210)

وهي تحوي لوناً ذات قيمة ٣،٥ او اقل عند ترطيبها ، و ٥ او اقل عندما تجف وذلك حتى عمق ٣٠ سم .

Entic Grumusterts (2.211)

وهي تشبه مجموعة Grumusterts إلا انها بدون الملاحظة المذكورة في تحت المجموعة السابقة .

الثانية :

Mazaquerts (2.12)

Mazusterts (2.22)

وهي تحوي بناءاً طبقياً سطحياً ، او توجد قشرة كتيمة على السطح تتكون من التحام حبات السلت او الرمل بعد الجفاف ، او تكون امثال هذه التجمعات تحت السطح . او ان التربة تحوي حبيبات متجمعة بعد جفافها ذات قطر غالباً اكبر من ٥ مم .

كما ان كلاً من المجموعتين تقسم الى تحت مجموعات ايضاً .

ويبين الجدول (٢٢) تقسيم الرتبة الثانية Vertisol.

ثم تتدرج التفريعات الى العائلة Family ، ولقد أعطى التقسيم السابع صفات متعددة لتعتبر عائلة ، فقد يكون القوام ، او نوع معدن الطين ونسبة وجود كل منها ، او تأثير الارض ، او نوع المعدن السائد ، مثل كربونات ونسبة وجودها او الكبريتات ... الخ ، او درجة حرارة الارض على الاعماق المختلفة خلال موسم معين من السنة ، او درجة النفاذية ، او سمك الآفاق او التربة نفسها ، كذلك الانحدار ... الخ

(جدول ٢٢) (١) تقسيم الرتبة الثانية Vertisols

Order	Suborder	Group
Vertisols (2)	Aquerts (2.1)	Grumaquerts (2.11)
		Mazaquerts (2.12)
	Usterts (2.2)	Grumusterts (2.21)
		Mazusterts (2.22)

فلو اخذنا مثلا نوع المعدن السائد Mineralogy كمثال للعائلة لوجدناها تقسم الى :

آ ـ كربوناتية carbonatic : اذا كانت نسبة الكربونات في ناعم التربة اعلى من ٤٠ ٪

ب ـ كبريتاتية Sulfatic : اذا كانت نسبة الكبريتات في ناعم التربة اعلى من ٤٠ ٪ .

جـ ـ ميكا Micaceous : في الاراضي ذات القوام اخشن من الطينية ، اذا كانت نسبة طين الايلايت (ميكا) اكثر من ٤٠ ٪ من كمية الطين الموجودة .

د ـ سيليكاتية Siliceous : ويطلق ذلك على الاراضي التي تحوي ٩٥ ٪ او اكثر من السليكا SiO_2 ، مهما كانت الصورة الموجودة بها . او ان الاراضي تحوي ٦٥ ـ ٩٥ ٪ من السليكا ، اذا كانت اقل من ١٢ ٪ من الطين الموجود في ناعم التربة عبارة عن اكاسيد سداسية حرة .

هـ ـ نوع معدن الطين : كاؤولينيت Kaolinitic : اذا كان السائد هو الكاؤولينيت .

Montmorillonitic : اذا كان السائد هو المونتموريللونيت .

Illitic : اذا كان السائد هو الايلايت .

Mixed : اذالم تكن السيادةواضحة لأي منمعادن الطين .

ولقد أعطى التقسيم وصفاً دقيقاً لدرجات كل عائلة يمكن بموجبها تحديد اسم العائلة بدقة .

اما السلاسل Series فان الاختلافات الموجودة بين اراضي العائلة الواحدة ، يمكن اعتبارها الاساس الذي يبنى عليه التقسيم الى سلاسل .

---

(١) لمعرفة تفصيلات جميع الرتب يمكن الرجوع الى :
U. S. D. of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington, New Classification System, June 1964 .

جدول (٢٣) الرتب العشر في التقسيم السابع

الرتبة Order	الاصطلاح اللاتيني	المعنى بالانجليزية	المعنى بالعربية	ما يقابله من التقسيم
1. Entisols	En	Nonsense Syllable	غير محدد	اراضي غير نطاقية ـ بعض اراضي الجلاي Glei العضوية .
2. Vertisols	Ert	Turn	قلب	اراضي الكروموسول ـ اراضي المناطق المطرة والجافة بالتبادل .
3. Inceptisols	Ept	Beginning	ابتداء	الاراضي البنية الحامضية ـ بعض اراضي الغابات البنية ـ بعض اراضي الجلاي العضوية .
4. Aridisols	Id	Dry	جاف	الاراضي الصحراوية ، الاراضي الصحراوية المحمرة ـ او البنية ، او البنية المحمرة ـ مالحة ـ قلوية .
5 Mollisols	Oll	Soft	طري ، هش	كستنائية ، كستنائية محمرة ، بنية ، تشرنوزم ، برونيزم ، رندزيناء اراضي الغابات البنية . اراضي بودسول الماء الارضي .
6. Spodosols	Od	Woodash	حرجة(غابات)	بودسول ـ اراضي بنية بودسولية .
7 Alfisols	Alf	Nonsense Syllable	غير محدد	اراضي بودسولية بنية رمادية ، اراضي الغابات الرمادية ، اراضي بنية غير جيرية ، تشرنوزم متدهورة ، اراضي بلاناسول ، Terra Rossa .
8. Ultisols	Ult	Last	آخر	اراضي بودسولية حمراء وصفراء ، اراضي لاتيريت بنية وحمراء . بعض اراضي المستنقعات .
9. Oxisols	Ox	Oxide	اكسيد	اراضي لاتيريت ـ الاراضي القرميدية .
10. Histosols	Ist	Tissue	نسيج	اراضي المستنقعات .

جدول (٢٤) اسماء تحت الرتب في التقسيم السابع

	تحت رتبة Sub - order	المعنى بالانكليزيـة	التأثير في القطاع الارضي
١	Akr	Highest	تجوية شديدة
٢	Abb	White	القطاع مبيض
٣	Alt	High	مرتفعات عالية
٤	And	Ando	
٥	Aqu	Water	رطب ـ مبلل
٦	Arg	Clay	غضاري ـ طيني
٧	Ferr	Iron	وجود حديد
٨	Hum	Humus	وجود دبال
٩	Och	Pale	القسم العالي فاتح اللون
١٠	Ort	Original	اساسي
١١	Psumm	Sand	رملي
١٢	Rend	Rendzina	شبيه بالريندزينا
١٣	Ud	Humid	مناخ رطب
١٤	Umber	Shade	القسم العالي غامق اللون
١٥	Ust	Burnt	مناخ حار جاف

جدول (٢٥) اسماء المجاميع العظمى في التقسيم السابع

	مجموعات الاراضي الكبرى Great soil group	المعنى بالانكليزية	التأثير في القطاع الارضي
١	Agr	Belt	افق الزراعة
٢	Antr	Man	الطبقات المزروعة
٣	Brun	Brown	لون بني غامق
٤	Calc	Calcium	افق الجير
٥	Camb	Change	افق التغيير
٦	Crust	Crust	تشكل القشرة
٧	Cry	Cold	بارد
٨	Crypt	Hidden	خفي مستور
٩	Dur	Hard	قاسي
١٠	Eutr	Fertile	سعة تشبعية مرتفعة
١١	Frag	Brittle	هش
١٢	Gloss	Tongue	متداخل
١٣	Grum	Crumb	حبيبي
١٤	Natr	Sodium	وجود صوديوم
١٥	Verm	Worm	شبيه بالبريمة (حلزون)
١٦	Plac	Flat stone	ارض قاسية ـ صلدة
١٧	Plag	Sod	افق مخضر مدري
١٨	Plint	Brick	محتويات داخلية قرميدية مسطحة
١٩	Rhot	Rose	احمر اللون
٢٠	Sal	Salt	ملوحة
٢١	Therm	Hot	حار
٢٢	Ult	Last	تجوية شديدة

ويبين الجدول (٢٣) اسماء الرتب العشر الموجودة في التقسيم السابع، وكذلك المقطع اللاتيني الذي يميزه، وما يقابل هذه المعنى بكل من اللغتين الانجليزية والعربية، وكذلك موقع المجاميع العظمى المدروسة في الفصل السابق في الرتب المختلفة التابعة للتقسيم السابع.

بينما يبين الجدولان (٢٤) و (٢٥) مقاطع الكلمات التي تشكل تحت الرتب والمجاميع الاراضي الكبرى والمشتقة من اللاتينية، والتي تستعمل مع الرتب العشر. كما يبين الجدولان المعاني المقابلة لها بكل من اللغتين الانجليزية والعربية.

كذلك يلاحظ أنه بالامكان إضافة مجاميع كبرى جديدة او تحت رتب جديدة في المستقبل اذا وجدت أراضي لم تدرس بعد ولا يوجد لها مكان في الجدول المقترح، والذي نظم استناداً الى المعلومات المتوفرة عن اراضي العالم.

التقسيم السابع وتطبيقه على الاراضي العربية السورية:

سنتناول في الفصل التالي تقسيم الاراضي السورية، ولكن نستطيع هنا ان نذكر ان الاراضي السورية تتوزع على رتب عديدة في التقسيم السابع. فلقد استطاع المؤلف في دراسته للعديد من الاراضي السورية أن يصل للتالي:

١ - الاراضي الرسوبية المنتشرة على شواطىء الانهار، وكذلك من المحتمل اراضي الغوطة، فانها جميعاً تتبع الرتبة الاولى Entisols.

٢ - الاراضي المنتشرة في البادية، او بصورة اوسع جميع المناطق الجافة عدا اراضي شواطيء الانهار. فانها تتبع الرتبة الرابعة Aridisols.

كذلك فان بعض اراضي المناطق نصف الجافة تتبع الرتبة الرابعة Aridisols مثل مناطق الحسكة والقسم الشمالي منها.

٣ - الاراضي الممتدة في منطقة القامشلي وعلى الطريق بين القامشلي ومالكية فانها تتبع الرتبة السابعة Alfisols.

٤ - اراضي المناطق الرطبة المتكونة على صخور جيرية مثل مناطق الجبال الساحلية او نصف الرطبة المتكونة على صخور غير جيرية مثل بعض السهول الساحلية وعكار، وكذلك اراضي حوران. فانها تتبع الرتبة الثانية Vertisols.

٥ - اراضي المناطق الرطبة المتكونة على صخور غير جيرية: مثل بعض مناطق اعالي الجبال الساحلية وكذلك اراضي القنيطرة، فانها تتبع الرتبة الخامسة Mollisols.

ويلاحظ ان الاراضي السورية التابعة لرتبة واحدة فانها تتوزع على بضعة تحت رتب وهكذا في التفريعات الادنى.

الفصل الثالث

الاراضي العربية السورية

لمحة عن عوامل تكوين الاراضي السورية :

يحسن قبل التكلم عن الاراضي العربية السورية ان نعطي فكرة موجزة عن العوامل المختلفة ذات العلاقة في تكوين هذه الاراضي .

يقع القطر العربي السوري في شرق حوض البحر الابيض المتوسط بين خطي عرض ١٩′ ٣٢° و ١٩′ ٣٧° شمالاً . وبين خطي طول ٤٢′ ٣٥° و ١٨′ ٤٢° شرقا . شاغلا ما يقرب من ١٨٥٠٠٠ كم٢ .

ويقسم القطر من الناحية الطوبوغرافية الى ثلاثة اقسام رئيسية :

آ) - القسم الغربي ، وهو سلاسل الجبال العالية الممتدة من الشمال الى الجنوب ، والتي تحجز الرياح المحملة بالامطار والقادمة من جهة البحر من العبور الى داخل سورية . هذه الجبال تنكسر بعد طرطوس لتشكل ممراً جوياً يتيح للرياح بما تحمله من غيوم العبور الى سهول حمص .

ب) - القسم الداخلي ، والذي ينحدر تدريجياً للشرق والشمال الشرقي . وفي منطقة الانتقال بين المناطق الجبلية الساحلية وبين القسم الداخلي يوجد المنخفض الذي يطلق عليه اسم الغاب ، حيث كان مستنقعاً قبل تجفيفه .

ج) - ثم السهل المنبسط الممتد عند اقدام جبال طوروس الشمالية .

جـــدول (٢٦)

حساب معامل لانـج Lang لبعض المناطق السورية (زين العابدين)

المناخ	كمية المطر السنوية/مم	معامل لانج	المنطقـــة	الحرارة م°	الامطار مم	معامل لانج
رطب	> ٨٠٠	> ٥٠	القدموس	١٢٫٤	١١٣٢	٩١٫٢
			القنيطرة	١١٫٧	٧٩٨	٦٨٫٢
			الحفة	١٧	١٠٦٥	٦٢٠٢
نصف رطب	٤٠٠ – ٨٠٠	٣٠ – ٥٠	مالكية	١٢٫٦	٥٤٨	٤٣٫٥
			قامشلي	١٢٫٧	٤٨٣	٣٨
			اعزاز	١١٫٧	٤٧٨	٤٠٫٨
نصف جاف	٢٠٠ – ٤٠٠	٢٠ – ٣٠	حلب	١٢٫٨	٣٥٦	٢٧٫٨
			حسكة	١٢٫٧	٢٧٦	٢١٫٧
			درعا	١٤٫٣	٢٩٧	٢٠٫٨
جاف	≤ ٢٠٠	٠٠ – ٢٠	خناصر	١٣٫٥	٢٠٣	١٥٫٠
			فرقلس	١١٫٩	١٠٠	٨٫٤

ومن الناحية الجيولوجية : تمكن اعتبار القطر قطعة من الصخور الجيرية المختلفة ، حيث تنتشر الصخور ذات الازمنة القديمة نسبياً في الناحية الغربية ، بينما تزداد حداثة كلما اتجهنا الى الشرق . وتتوزع بعض الحمم البازلتية من العصور الحديثة مبعثرة في الشمال والغرب والجنوب .

يمتاز مناخ سورية بشتائه البارد المطير ، وصيفه الحار الجاف . ويختلف توزيع الامطار كثيراً ، اذ أن الهطول يتناقص من الغرب الى الشرق ومن الشمال الى الجنوب .

وتلعب الجبال الغربية الشاهقة الدور الاساسي في هذا التناقص . وعند تقسيم سوريا مناخياً من حيث تأثيره على تكوين الارض ، وجد المؤلف أنه من الاوفق استعمال معادلة Lang والتي تعتمد على درجة الحرارة وكمية الامطار السنوية ، مراعياً عند حساب متوسط درجة الحرارة الشهور الممطرة فقط حيث تكون عمليات التجوية الكيميائية نشطة ، ولقد أمكن تقسيم سوريا الى اربع مجموعات : رطبة ، ونصف رطبة ، ونصف جافة ، وجافة كما في جدول (٢٦) .

ويبدو أثر الامطار واضحاً جلياً على التوزيع النباتي ، فبينما تسود في الجبال اشجار الصنوبريات والسنديان وبعض متساقطة الاوراق ، تنعدم هذه الاشجار في الجزء الباقي من البلاد ، لتسود الحشائش والشجيرات وبعض النباتات الشوكية .

الاراضي السورية :

نتيجة للاختلاف في تأثير عوامل تكوين الاراضي المتعددة والمتباينة تكونت في القطر العربي السوري أراضي متنوعة ، تختلف فيما بينها اختلافا واضحاً ، ولكن من اكثر عوامل تكوين الاراضي تأثيراً هو المناخ . ونظراً للمناخ الخاص بحوض البحر الابيض المتوسط حيث الشتاء البارد المطير والصيف الحار الجاف . فلقد تكونت اراضي تختلف في خواصها الى حد ما عن اراضي أخرى منتشرة في العالم ، وعلى كل فلقد أمكن تمييز مجاميع الاراضي الكبرى التالية :

الاراضي النطاقية (منطقية)

١ - الاراضي الصحراوية المحمرة Red Desert soils وينحصر لونها بين البني المحمر الفاتح ويزداد غمقاً مع العمق ، المادة العضوية قليلة ، نسبة الجير مرتفعة ، وقد تكون الارض مغطاة بقشرة كلسية أو جبسية . هذه الاراضي معرضة لفعل السفي بالرياح عادة ، ولذلك يوجد حصا على السطح .

٢ - اراضي السيروزم Seirozem Soils : واللون رمادي مائل للبني قليلا - كمية المادة العضوية قليلة ولا تمتد لأكثر من ٢٠ سم . نسبة الجير مرتفعة ، ويوجد تجمع للجير أو الجبس في طبقة تحت التربة .

٣ ـ أراضي بنية وبنية محمرة Brown and Reddish - Brown Soils : عمليات تكوين الاراضي هنا أكثر فعالية ، المادة العضوية ١ ـ ٢ ٪ الجير منفسل جزئياً من الطبقة السطحية ليتجمع في طبقة تحت التربة .

٤ ـ الاراضي الكستنائية والكستنائية المحمرة Chestnut and Reddish- Chestnut Soils ويكون اللون بها بنياً غامقاً وقد يكون مائلا للاحمرار ، نسبة المادة العضوية اكبر من ١.٠٪ توجد تجمعات ثانوية Secondary Concretions من كربونات الكالسيوم في القطاع وعلى اعماق اكثر من ٤٠ سم . وتعتبر هذه الاراضي خصبة .

٥ ـ اراضي حوض البحر الابيض المتوسط المحمرة Mediterranean Red Soils : ويطلق عليها البعض اسم Terra rossa ، والحقيقة فانها تختلف عن التيرا روزا المنتشرة في ايطاليا وفرنسا في احتواء الاراضي السورية على نسبة أعلى من الجير ، كما ان تأثيرها قاعديا . ويوجد في سوريا نوعان منها : الاولى وتنشأ على صخور بازلتية ، والتربة المتكونة خالية من الجير وتسمى Brown Soils ، والاخرى متكونة على صخور جيرية وتسمى Red Mediterranean .

الاراضي غير النطاقية :

٦ ـ الاراضي الصخرية Lithosols : وتتكون من طبقة رقيقة من التربة تعلو طبقة صخرية متماسكة، قد تكون جيرية أو جبسية او غير ذلك .

٧ ـ أراضي ريجوسول Regosols : وتكون الطبقة السطحية عبارة عن مادة الاصل مفككة ، ولا يوجد تطور في القطاع الارضي .

٨ ـ الاراضي الرسوبية Alluvial Soils : وتتكون من عدة طبقات مرتبة ولا يوجد تطور في القطاع ـ وغالبا ما تنتشر على ضفاف الانهار .

لاراضي بين النطاقية :

٩ ـ الاراضة المالحة Solonchak Soils : وتنتشر في عدة مناطق ، في حوض الفرات ، وبعض مناطق الغاب ، والغوطة الشرقية وجيرود ، وبعض أراضي المنخفضات في تدمر والجزيرة . والاملاح المنتشرة تختلف من منطقة الى اخرى .

١٠ـ الاراضي الجبسية Gypsiferous Soils : وتوجد مبعثرة على شكل مساحات متقطعة في أراضي المناطق الجافة ، وقد ترتفع نسبة الجبس لتصل اكثر من ٨٥ ٪ أحيانـــاً . ويختلف عمق ظهور الطبقة الجبسية من السطح حتى عمق اكثر من ذلك .

١١- الاراضي الغدقة Hydromorphic Soils : أو اراضي المستنقعات، وكانت تنتشر في منطقتي الروج والغاب قبل تجفيفهما. واهم ما يميز قطاعها هو وجود مكونات ثانوية زرقاء اللون من مركبات الحديدوز والتي اختزلت من مركبات الحديديك.

ونبين في التالي وصفاً تفصيلياً لاهم مجاميع الاراضي المنتشرة في القطر العربي السوري.

اولاً - أراضي المناطق الرطبة:

وتشمل الاراضي الواقعة في المناطق ذات الامطار السنوية أكثر من ٨٠ مم ومعامل لانج لها اكثر من ٥٠. وتقسم هذه الاراضي الى مجموعتين:

١ - أراضي مادة الاصل لها صخور جيرية.

٢ - أراضي مادة الاصل لها صخور نارية.

١ - أراضي بمادة أصل صخور جيرية:

ويطلق عليها Muir و Reifenberg اسم Terra Rossa، بينما يسميها Van Liere بأراضي حوض البحر الابيض المتوسط الحمراء Red Mediterranean.

وتشكل هذه الاراضي أغلب أراضي الجبال الساحلية، وكذلك بعض أراضي الشريط الساحلي. وقطاع هذه الاراضي إما من النوع المكشوط Truncated profile، الذي ازيلت الطبقات العليا منه تحت تأثير الانجراف بفعل الامطار، او من النوع المترسب الذي تضاف اليه طبقات جديدة من التربة من الاراضي المجاورة ذات المنسوب الاعلى.

وتمتاز هذه الاراضي بلونها البني والبني الغامق في الطبقات العليا، والذي يتحول الى بني مصفر في الطبقات السفلى، كما انها تحوي نسب مختلفة من كربونات الكالسيوم، فلقد وجد المؤلف انها تقل الى متوسط قدره ٣٨,٥ ٪ في تربة حلالين قرب مصياف، و ٥٥,٤ ٪ في قرية منجيلا على طريق اللاذقية - الحفة. والبناء فيها حبيبي. ويلاحظ ان كربونات الكالسيوم الموجودة تكون في صورة رمل خشن ورمل ناعم وبكمية قليلة في صورة سلت، أما في صورة طين فتكون بكميات ضئيلة جداً.

وفي التالي بيان لبعض خصائص قطاع يمثل هذه المنطقة.

الموقع: قرية حلالين قرب مصياف، على الطريق بين بانياس - مصياف.

الارتفاع عن سطح البحر: ٩٠٠ م.

الامطار: اكثر من ١١٠٠ مم سنوياً.

أما المادة العضوية فمنخفضة حتى في الطبقات العليا من القطاع وهي تبلغ في المتوسط ٢ ٪ وتنخفض

بسرعة مع العمق . وطبيعي ان تكون الاملاح الذائبة الكلية قليلة جداً نظراً لوقوع المنطقة في المنـــاخ الرطب ، ولكن تأثير الارض قاعديا ويزيد عن ٨ في غالبية الاحيان ، وهذه على العموم من خصائص الارض المحتوية على الجير .

جدول (٢٧) - التوزيع الميكانيكي لكربونات الكالسيوم في قرية حلالين
(مأخوذة من زين العابدين)

العمق / سم	٪ لكربونات الكالسيوم في			
	الرمل الخشن	الرمل الناعم	السلت	الطين
٠ - ٣٠	٨٢٫٤	٨٥٫٥	٣٧٫-	٢٫٩٠
٣٠ - ٨٥	٨٦٫٥	٨٤٫٥	٣٤٫٩	١٫٦
٨٥ - ١١٣	٨٧٫٧	٧٣٫١	٢٧٫٣	٠٫٥
١١٣ - ١٣٠	٧٦٫٦	٥٠٫٤	٢٧٫٢	٠٫٥

ويشير التحليل الكيماوي الكامل للقطاع الارضي ان جميع طبقات القطاع قـــد تعرضت لفعل عوامل التجوية بدرجة واحدة ولذلك تبدو كل من نسب السليكا للألومينا والسليكا للاكاسيد السداسية متقاربة في جميع الطبقات .

جدول (٢٨) - التحليل الكيميائي الكامل لقطاع قرية حلالين
(محسوبة على أساس استبعاد كربونات الكالسيوم)

الطبقة	H_2O + ٪	SiO_2 ٪	Al_2O_3 ٪	Fe_2O_3 ٪	MgO ٪	SiO_2/R_2O_3	SiO_2/Al_2O_3
آ	١٠٫٦	٤٣٫٤	٢٦٫٣	١٢٫٥	٧٫٤	٢٫١٥	٢٫٨٠
ب	١٠٫٢	٤٥٫-	٢٨٫٧	١١٫٥	٤٫٦	٢٫١٢	٢٫٦٦
ح	٨٫٨	٤٨٫-	٢٦٫٩	١٢٫٧	٣٫٧	٢٫٣٢	٣٫٠٣
د	٨٫٥	٤٨٫١	٢٦٫٢	١٤٫٦	٢٫٦	٢٫٣٠	٣٫١٢

ولقد وجد المؤلف عند دراسته لدرجة نضج القطاع ان وجود كربونات الكالسيوم تعيق أو تؤخر لحد ما من نضج القطـاع ، كما وجـد عنـــد دراسته لانتقال العناصر داخل القطاع الارضي ان إيدروكسيد الكالسيوم الناتج عن وجود كربونات الكالسيوم تمتص Peptize أكاسيد الحديد ،

ولذلك تتحرك هذه الاكاسيد مع إيدروكسيد الكالسيوم لأسفل أو لأعلى وهذا ما لاحظه Khan ايضاً في أبحاث مشابهة .

ولقد ذكر Muir ان الاراضي التي سماها Terra rossa تتحول الى اراضي الغابات البنية Brown forest soils في المرتفعات ، وان الاراضي الاخيرة تتحول ايضا الى بودسول Podsol عند قمم المرتفعات ، ولكن المؤلف لم يلاحظ أي اثر لتكوين البودسول في الاراضي السورية .

اما نوع الطين الموجود ، فلقد وجد المؤلف عند استعماله للاشعة السينية أنه خليط من مونتموريللونيت والفا ـ كوارتز وكاؤولينيت . وعند تقدير نسبة السليكا للاكاسيد السداسية في الطين بلغت ١٫٦٢ مما يؤكد وجود نسبة لا بأس بها من الكاؤولينيت .

ولقد وجد المؤلف ان بعض هذه الاراضي تنطبق عليها صفات أراضي Grumusols ، وهذا الاصطلاح يستعمل حاليا لانواع الاراضي التي تتصف بالصفات التالية :

١ ـ نوع الطين السائد مونتموريللونيت .
٢ ـ الطين مشبع بالقواعد ، خصوصا الكالسيوم والمغنيسيوم .
٣ ـ قدرة الارض على التشقق شديدة .
٤ ـ تناوب فصول الامطار مع فصول الجفاف .
٥ ـ وجود كربونات كالسيوم في القطاع .
٦ ـ عدم وضوح الاختلافات في القوام بين الآفاق داخل القطاع .

وعند استعمال التصنيف السابع ، وجد المؤلف انها تتبع المرتبة الثانية Vertisols، ولقد وجد ان قطاع جلالين يقع في 2.211 Entic Grumestert, Calcareous Family .

٢ ـ اراضي ذات مادة اصل نارية :

وتنتشر هذه الاراضي في بعض الجبال الساحلية الواقعة في الجزء الجنوبي من صافيتا حتى حمص ، وعلى الصخور الخضراء المبعثرة في الجزء الشمالي من الساحل على طريق اللاذقية ـ كسب ، كما تنتشر في مناطق القنيطرة ، وفي بعض اراضي الشريط الساحلي بين بانياس وطرطوس وحتى حمص .

ولقد أطلق عليها Muir الاراضي البنية على بازلت Brown Soils on Basalt في حين سماها Van Liere اراضي حوض البحر الابيض المتوسط الحمراء Red Mediterranean .

وتختلف الطبقة الامية لهذه الاراضي من منطقة الى اخرى ففي منطقة كسب وما حولها تنتشر الصخور الخضراء بأنواعها الجابرو والسربنتين ، وفي القنيطرة ينتشر الرماد البركاني البازلتي Tuffs and Ashes ، بنما يكون البازلت هو الطبقة الام في المناطق والجبال الساحلية .

والصفات العامة لهذه الاراضي : ان لونها يكون بنياً داكناً Dark Brown على العموم ، وقد يضاف له ظلاً رمادياً غامقاً Dark Grayish Brown يكسب الارض اللون القاتم القريب الى السواد ، والبناء في هذه الاراضي غالباً ما يكون حبيبيا ، ولكن اقطار التجمعات Aggregates تختلف كثيراً .

والاملاح القابلة للذوبان قليلة جداً ، نظراً للانغسال الشديد الذي تتعرض له هذه الاراضي بفعل الامطار . ودرجة الحموضة لأغلب هذه الاراضي متعادل تقريباً حوالي (٧) وقد تزيد حتى القاعدية الخفيفة . وفي المناطق شديدة الامطار تنخفض درجة الحموضة وتصبح (٥ - ٧) كما في الاراضي الواقعة في المرتفعات .

أما المادة العضوية ، فتكون منخفضة نسبياً في الاراضي المزروعة حيث تبلغ ١٫٥٪ في الطبقة السطحية ، بينما تزيد في الاماكن المرتفعة وفي الاراضي غير المزروعة لتبلغ اكثر من ٣٪ ، وتحوي الطبقة السطحية دائماً أعلى نسبة من المادة العضوية والتي تتناقص مع العمق باستمرار .

وجميع هذه الاراضي خالية من كربونات الكالسيوم . وان الانغسال الشديد الذي تتعرض له هذه الاراضي يشير الى فقد جميع مكونات التربة اذا ما قورنت هذه المكونات مع الطبقة الامية . ولقد حسب المؤلف في عدة اراضي الفقد والكسب في المكونات داخل القطاع ، فوجد ان أعلى فقد يكون في اكاسيد الكالسيوم والمغنيسيوم ، وان هناك فقداً ضعيفاً في جميع طبقات القطاع لاكاسيد الحديد والالومنيوم ، أما السليكا فالفقد فيها قليل جداً . ولذلك لا تبدو على هذه الاراضي اعراض البدزلة الحقيقية Real Podsolization كما اقترح Muir .

ولقد لاحظ المؤلف في اراضي المرتفعات ، حيث الامطار اكثر من ١٠٠٠ مم ان هناك هجرة للطين من الطبقات السطحية الى الطبقات تحت السطحية .

ويبين الجدولان (٢٩) ، (٣٠) بعض التحليلات لأراضي منطقة شين الواقعة على ارتفاع ١٠٠٠ م على طريق طرطوس - وادي العيون - حمص ، واراضي اريزونة الواقعة على طريق طرطوس- حمص والتي ترتفع حوالى ٦٢ م عن سطح البحر .

ولقد وجد المؤلف عند استعماله للاشعة السينية ان معدن طين الطبقة السطحية من اراضي اريزونة تتشكل غالبيته من مجموعة المونتموريللونيت مع نسبة بسيطة جداً من ألفا - كوارتز . وفي تصنيف المؤلف لهذه الاراضي ، وجدها تتبع مجموعات متعددة ، فأراضي منطقة شين اطلق عليها اسم Brunizem - وعنداستعمالالتصنيف السابع وجد انها تقع تحت المرتبة الخامسة Mollisols وانهاتصنف 5.630 Typic Argiustoll

اما اراضي القنيطرة فلقد اطلق عليها اسم Brown Soils وفي التصنيف السابع فانها تقع تحت لرتبة الخامسة Mollisols أيضاً ، وهي تصنف 5.62 And = Andic Haplustoll .

جدول (٢٩)

التركيب الميكانيكي والمادة العضوية لأراضي شين واريزونة

المكان	العمق	رمل خشن	رمل ناعم	سلت	طين	مادة عضوية
	سم	٪	٪	٪	٪	٪
شين	٠٫٠ – ١٠	٩٫٧	٣٨٫٠	٢١٫٦	٢٥٫٧	٣٫٣
	١٠ – ٢٧	٣٫٩	٢٣٫٢	٢٧٫٠	٤٣٫١	٢٫٢
	٢٧ – ٤٥	٤٫٥	٢٠٫٨	٢٧٫٢	٤٥٫٦	١٫٤
	٤٥ – ٦٢	١٣٫٢	١٧٫٩	٢٤٫٧	٤١٫٠	١٫١
اريزونة	٠٫٠ – ٧	٤٫٤	١١٫٨	١٩٫٨	٦٠٫٣	١٫٣
	٧ – ٣٢	٤٫٥	١٢٫٦	٢٠٫٤	٥٩٫٢	٠٫٩
	٣٢ – ٣٨	٢٦٫٦	١٩٫٧	١١٫٩	٣٨٫٤	٠٫٤
	٣٨ – ٥٥	٤٦٫٩	٢٠٫٣	٦٫٠	٢١٫٦	٠٫٣

جدول (٣٠)

التحليل الكيماوي لأراضي شين واريزونة

المكان	العمق	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SiO_2 / R_2O_3
		٪	٪	٪	٪	٪	
شين	٠٫٠ – ١٠	٤٠٫٥	٢٨٫٨	٢٢٫٥	١٫٧	٢٫٧	١٫٢٠
	١٠ – ٢٧	٣٢٫٢	٢٩٫١	٢٠٫٩	١٫٥	٢٫٥	١٫٢٩
	٢٧ – ٤٥	٣٣٫٤	٢٩٫١	٢٠٫٤	١٫٤	٢٫٣	١٫٣٤
	٤٥ – ٦٢	٣٤٫٣	٣١٫٢	١٩٫٧	١٫٤	٢٫٣	١٫٣٣
	الطبقة الأم	٢٤٫٢	٣١٫٥	١٩٫٩	١٫٥	٢٫٠	٠٫٩٣
اريزونة	٠٫٠ – ٧	٤٨٫٠	٢١٫٣	١٦٫٧	٣٫٦	٠٫٨	٢٫٥٥
	٧ – ٣٢	٤٨٫٦	٢٠٫٩	١٦٫١	٣٫٥	١٫٨	٢٫٦٥
	٣٢ – ٣٨	٤٦٫١	٢١٫٠	١٨٫١	٣٫٦	٣٫٠	٢٫٤١
	٣٨ – ٥٥	٤٤٫٥	٢٢٫٨	١٧٫٨	٣٫٦	٣٫١	٢٫٢١
	الطبقة الأم	٤٧٫٥	١٩٫٩	١٥٫٤	٨٫٦	٤٫٣	٢٫٧١

واراضي منطقة اريزونة الواقعة على طريق طرطوس ـ حمص ، فلقد سميت Grumusol وتصنف حسب التقسيم السابع 2.210 Typic Grumustert, Non Acid Family .

ثانياً ـ أراضي المناطق شبه الرطبة :

وتقع عادة الى الشرق من المنطقة الرطبة حيث يحدها من الغرب سلاسل الجبال الساحلية ، بينما تنتهي من الشرق بخط وهمي يمر من حمص وحماه ويمتد شمالاً حتى جبال طوروس . كما توجد منطقة اخرى شبه رطبة حيث تنحصر بين خط وهمي يمتد من الدرباسية حتى حـــدود العراق شرقاً ، وبين سلسلة جبال طوروس شمالاً ، وهذه المنطقة تعرف برأس البطة .

والصفات العامة لهذه الاراضي ان لونها غالبـــاً ما يكون بنياً مصفراً Yellowish او بنياً Brown او بنياً غامقاً Dark Brown وذلك تبعاً لكمية الامطار التي تهطل في كل منطقة . كما ان البناء غالباً ما يكون حبيبياً . والاملاح الذائبة قليلة على العموم ، وجميع هذه الاراضي تحوي كربونات كالسيوم بنسب مختلفة ، سواء نشأت على صخر جيري او بازلتي ، ودرجة الحموضة لهذه الاراضي قاعدياً وهذه صفة الاراضي الجيرية . والارض مشبعة بالقواعد . ويشكل الكالسيوم الغالبية العظمى من الكاتيونات المتبادلة كذلك فان كمية المادة العضوية قليلة وهي تتناقص مع العمق .

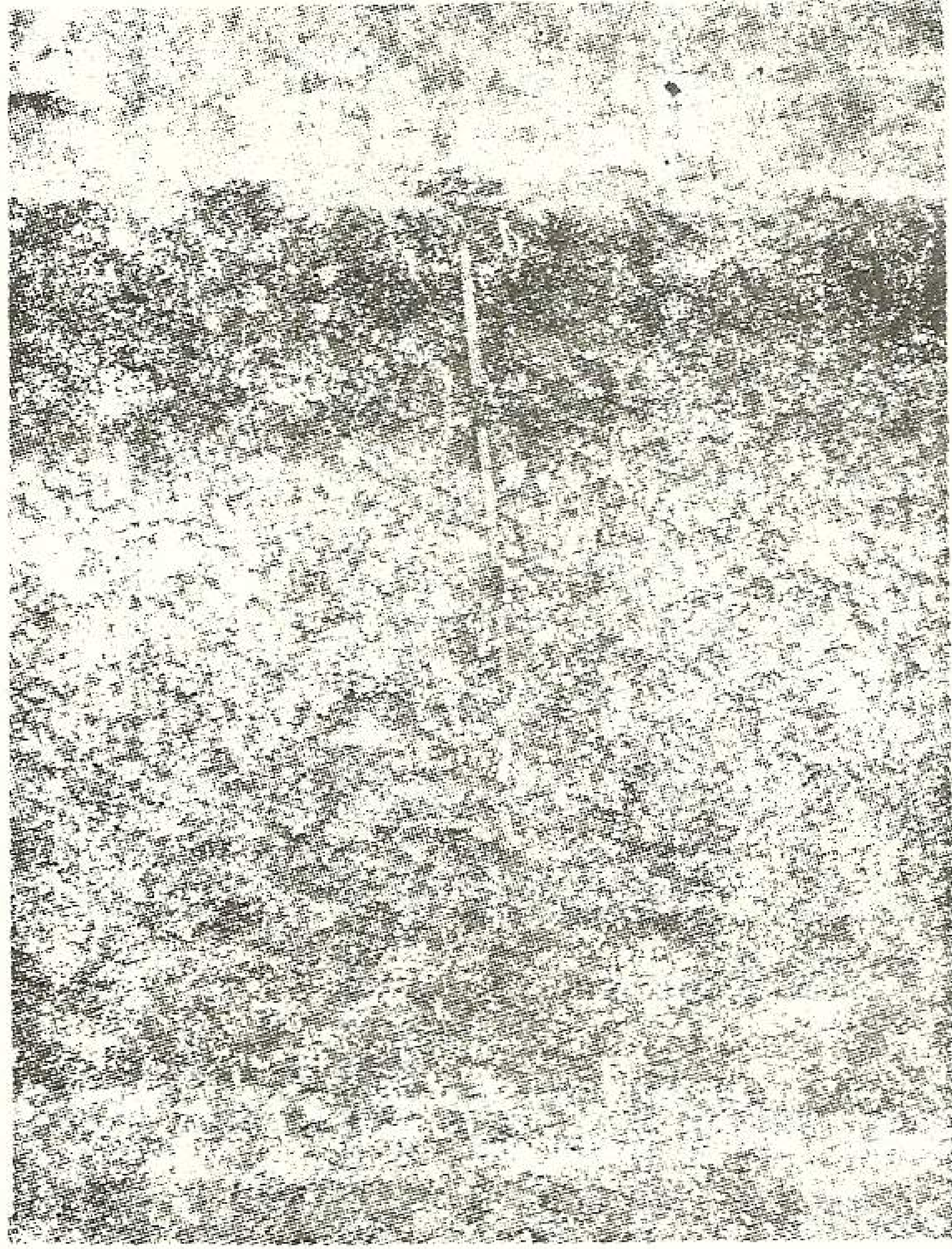
جدول (٣١)

التحليل الميكانيكي لأتربة قرية كفر خليل بمنطقة قبور البيض

العمق/سم	رمل خشن ٪	رمل ناعم ٪	سلت ٪	طين ٪
٠٫٠ ـ ٢٠	١٫٨	١٠٫٩٤	٤٢٫٩	٤٤٫٩٤
٢٠ ـ ٥٠	٢٫٥	٩٫٣	٣٨٫٠	٤٨٫٩
٥٠ ـ ٨٥	٢٫٣	٩٫٠	٣٣٫٤	٥٦٫١
٨٥ ـ ١٣٠	٢٫٤	٨٫٧	٣٤٫٤	٥٥٫١

وأما نوع معدن الطين السائد ، فلقد وجد المؤلف في عينات مأخوذة من شمالي حلب ومن شمال شرق سوريا قرب قبور البيض ان معدن الطين السائد هو من مجموعة المونتموريللونيت بينما وجد Muir في قطاعين مأخوذين قرب حمص ان معدن الطين السائد في احد منها هـــو المونتموريللونيت ، بينما في القطاع الآخر وجد الكاؤولينيت وبعضاً من الفرميكيوليت Vermiculite .

ولعل أهم صفة هو ان التربة الناشئة من الصخور الجيرية او البازلتية تكون متقاربة في اكثر الخصائص الكيميائية ، عدا نسبة ما تحويها من كربونات الكالسيوم ، وهذا يعني ان تأثير المناخ هو الواضح ، اذ ينتج اراضي متماثلة رغم الاختلاف الكبير في الطبقة الام .



شكل (٤٤)

قطاع أرضي في ارض كستنائية ويلاحظ تكوينات ثانوية من كربونات الكالسيوم

ولقد اطلق Muir على اراضي منطقة حمص اسم Red - Brown Steppe Soils . بينما اطلق المؤلف على اراضي شمال حلب اسم Chestnut Steppe Soils ولتمييزها عن الاراضي الكستنائية المنتشرة في الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي اقترح المؤلف اضافة اسم المنطقة التي تقع فيها مثل هذه الاراضي مثل Anadan - Chestnut Steppe Soils .

أما اراضي كفر خليل الواقعة قرب قبور البيض فلقد اطلق عليها المؤلف اسم Brown Earth وعند تطبيق التقسيم السابع عليها وجد انها تسمى Fine Calcareous Typic Haplustalf, 7.460 .

جدول (٣٢)

التحليل الميكانيكي وكربونات الـكالسيوم لأراضي طفس (ناشئة على بازالت) والباب (ناشئة على صخر جيري)
(محسوبة بعد استبعاد كربونات الـكالسيوم)

المـكان	العمق ٪	رمل خشن ٪	رمل ناعم ٪	سلت ٪	طين ٪	كربونات كالسيوم ٪
طفس (حوران)	٠ – ٢٠	–	٢٨٫٤	٢٩٫٤	٤٢٫٢	١٣٫٩
	٢٠ – ٤٠	–	١٤٫٩	٢٩٫٣	٥٥٫٨	١٤٫٧
	٨٠ – ١٢٢	–	١١٫٧	٢٣٫٣	٦٤٫٩	١٥٫٤
	٠٫٠ – ٢٥	٠٫٢	٢٫٩	١٣٫٧	٥٩٫١	٢٠٫٥
الباب (حلب)	٥٠ – ١٢٠	٠٫٢	٢٫١	١١٫٠	٥٤٫٨	٢٩٫٨
	١٢٠ – ١٩٠	٠٫٧	٢٫٦	٩٫١	٤١٫٠	٤٥٫٩

ثالثاً ـ اراضي المناطق شبه الجافة :

وتمتد هذه الاراضي على صورة شريط ضيق من جنوب سوريا حتى شمالها ، ماراً شرقي حمص وحماه ، هذا الشريط ينحني قرب حلب وحتى مسكنة ثم يمتد شرقاً ، وهو يحصر شريطاً آخر يقع بين الصحراء وأقدام جبال طوروس . ولقد اطلق البعض على هذا الشريط اراضي البادية Steppe وهـــذه الاراضي تتعرض لأمطار أقل من النوعين السابقين ولذلك فان عوامل التجوية فيها لم تقطع اشواطاً بعيدة.

وتميل هذه الاراضي عادة الى اللون البني المحمر Reddish Brown أو البني الفاتح Light Brown وتعتبر كمية الاملاح القابلة للذوبان على العموم قليلة . وجميـع أنواع هذه الاراضي سواء كانت ناشئة على صخر جيري او صخر بازلتي تحوي كربونات كالسيوم ، ولو أن جيرية النشأة تحوي نسباً أعلى من كربونات الـكالسيوم مما في الاراضي بازلتية النشأة . والقطاع في هـــذه الاراضي غير واضح ، غير ان هناك انفسال جزئي لكربونات الـكالسيوم من الطبقة السطحية الى الطبقات الاعمق مكونة ما يشبه التكوينـات الثانوية لكربونات الـكالسيوم Concretions .

وجميع هذه الاراضي قاعدية ، والمادة العضوية قليلة وتتناقص مع العمق والبناء فيهـــا حبيبي ، والطين فيها من مجموعة المونتموريللونيت وقد تحوي نسبة من Attapulgite وتتشقق الارض بشدة عنـد الجفاف ، وقد تمتد الشقوق لاعماق كبيرة .

ولقد أطلق عليها Muir اسم الاراضي الستبية البنية الحمراء Red Brown Steppe في حين سماها Reifenberg اراضي حوض البحر الابيض المتوسط الستبية Mediterranean Steppe Soils كما أطلق عليها فان لـــير اسم Cinnamonic . أما المـــؤلف فلقد اطلق على اراضي الباب في حلب اسم El - Bab Light - Brown Steppe Soils . وعلى اراضي طفس اسم Grumusols ، وعلى اراضي شمـال الحسكة اسم Grey Brown Desert Soils .

وعند استعمال التقسيم السابع وجد المؤلف ان اراضي طفس في حوران تقع في

2211 Entic Grumestert, Calcareous Family (20 - 122cm)

واراضي شمال الحسكة تقع في

4.215 Mollic Haplarzid

رابعاً ـ اراضي المناطق الجافة :

وتشكل هذه الاراضي البادية السورية . لونها ينحصر غالباً بين البني الفاتح Light Brown والبني المحمر الفاتح Light Reddish Brown وذلك بالنسبة للطبقة السطحية ، أما الطبقات العميقة فيغلب عليهـا اللون الوردي الفاتح Pink or Pinkish White والبناء في هـذه الاراضي قد يكون صفائحياً Platy

جدول (٣٣)

التركيب الميكانيكي وتوزيع كربونات الكالسيوم لأراضي فرقلس والقريتين في البادية السورية

المكان	العمق	رمل خشن	رمل ناعم	سلت	طين	كربونات كالسيوم ٪ الكلية	الرمل الخشن	في الرمل الناعم	في السلت	في الطين
	سم	٪	٪	٪	٪		٪	٪	٪	٪
فرقلس	٠٫٠ – ٨	١٨٫٢	٤١٫٢	١٩٫٥	١٩٫٨	٥٧٫٥	٧٨٫٧	٦٣٫٩	٥٠٫٨	٣١٫٩
	٨ – ٢٠	٢٠٫١	٣٧٫٣	١٨٫٢	٢٤٫٤	٦٠٫٤	٨٢٫٤	٦٧٫٦	٥٥٫٣	٣٣٫٦
	٢٠ – ٤٠	١٧٫٢	٢٢٫٦	٢٣٠٢	٣٥٫٤	٧٤٫–	٨٥٫٥	٧٦٫٤	٨٠٫٣	٦٤٫٩
القريتين	٠ – ١٠	٢٤٫٣	٤٠٫٢	٢٠٫٣	١٥٫٢	٤٣٫–	٤٠٫٨	٤٦٫٧	٤٠٫٣	٢٣٫٣
	١٠ – ٣٥	١٨٫٨	٢٢٫٧	٢٤٫٦	٣٤٫٧	٤٣٫٢	٤٤٫٨	٤٩٫٦	٥٠٫٥	٢٦٫٥
	٦٠ – ٨٣	٢٥٫٨	١٩٫٥	١٩٫٨	٣٥٫٤	٤٣٫٣	٤٢٫٨	٤٩٫٥	٤٨٫٩	٣٧٫٣

غير واضح في بضعة سنتمترات الاولى ، ثم يصبح بندقياً Nutty في الطبقات تحت السطحية ، وعلى العموم لا يوجد بناءاً واضحاً لهذه الاراضي . ونسبة الحجارة فيها مرتفعة وأغلبها جيرية . وتتعرض هذه الاراضي لسفي الرياح باستمرار . ويشير التركيب الميكانيكي لهذه الاراضي إلى الارتفاع نسبة الرمل بنوعيه بالنسبة لباقي اراضي الجمهورية . كما أن محتواها من كربونات الكالسيوم عالي ايضاً ، وأن نسبة واضحة منه تكون في صورة طين .

ويلاحظ أن أغلب هذه الاراضي تحوي في الطبقات العميقة من القطاع نسبة من الجبس (كبريتات الكالسيوم) . وان قطاع هذه الاراضي من النوع AC حيث أن أفق A يتكون من مواد جيرية ذات لون بني فاتح او غير ذلك وبه نسبة من المادة العضوية ، ثم أفق C والذي يمثل مادة الاصل .

أما الاملاح الذائبة الكلية فان نسبتها مرتفعة في هذه الاراضي ، وقد تزيد في بعضها زيادة كبيرة حيث انها تتحول الى اراضي مالحة . ونظراً لقلة الامطار فان فعل التجوية يكون ضعيفاً ولذلك تحتفظ التربة بهذه النسبة العالية من الاملاح القابلة للذوبان .

ولقد وجد Muir وكذلك المؤلف ان الطين في بعض هذه الاراضي يتكون اساساً من الاتابولجيت ، مع نسبة من الكاؤولينيت والايلايت .

ولقد اطلق عليها Muir اسم Brown Iesert Soils وسماها فان ؤلير و Reifenberg بالاراضي الصحراوية Desert Soils . واطلق عليها المؤلف اسم Grey Desert Soils وعند استعمال التقسيم السابع وجد المؤلف ان اراضي فرقلس تقع تحت :

4.210 Typic Haplargid – Fine Carbonatic Family

وان اراضي القريتين تقع تحت

4.23 M. Mazic Natragid, Fine Carbonatic Family

خامساً ـ الاراضى الجبسية Gypsiferous Soils :

وتنتشر هذه الاراضي مبعثرة في المناطق الجافة ، وهي تشكل مساحات واسعة . وأغلب الجبس الموجود هو من الصخر الاصلي True rock المتشكل في العصور الجيولوجية السابقة ، كما توجد نسبة منه في صورة غير بللورية موزعة داخل القطاع ، وهذا النوع الاخير من كبريتات الكالسيوم هو ذات تكوين ثانوي نشأ أثناء تطور القطاع الارضي .

والنباتات النامية في مثل هذه الاراضي قليلة ومبعثرة ، وتتكون أغلبها من Celsia Lanceolata و Herniaria sp. Erodium Glaucophylum . ولونها عادة فاتح نظراً لارتفاع نسبة الجبس وكربونات الكالسيوم في القطاع . وقد يكون وردياً رمادياً Pinkish Gray في السطح ، يتحول الى وردي فاتح

جدول (٣٤)

بعض التحليلات الكيميائية لأراضي جبسية في الفرات

المكان	العمق سم	كبريتات الكالسيوم ٪	كربونات الكالسيوم ٪	سيليكا ٪	أكاسيد سداسية ٪
قرية خشام	٠٫٠ – ٥	٠٫٨	٢٣٫٤	٤٤٫٤	١٧٫٤
(دير الزور)	٥ – ٢٣	٢٫٢	٢٣٫٧	٤٢٫٨	١٦٫٧
	٢٢ – ٤٤	٤٨٫٧	٨٫٧	٢١٫٦	٩٫٦
	٤٤ – ٧٨	٦٤٫٧	١٫٨	١٧٫٧	٥٫٨
	الطبقة الامية	٧٩٫٧	٠٫٠	٩٫٣	٢٫٦

في الطبقات تحت السطحية وفي أغلب هذه الاراضي لا يوجد بناء مميزاً واضحاً . Very Pale Brown

وتعتبر كمية الاملاح الذائبة قليلة اذا ما استبعدت كمية كبريتات الكالسيوم منه ، اذ المعلوم أن نسبة ذوبان الجبس هي ٠،٢٤٪ . ولعل أهم صفة تميز هـذه الاراضي هو وجود طبقة من كربونات الكالسيوم تعلو طبقة الجبس ، كما هو موضح في الجدول (٣٤) . إذ يلاحظ ان كميـة كبريتات الكالسيوم تـتزايد مع العمق حتى الطبقة الامية في حين تسلك الكربونات سلوكاً معاكساً وتتعرض هذه الاراضي بشدة لفعل الرياح حيث تزال الطبقة السطحية ، كما يترسب عليها أحياناً مواد اخرى جديدة .

ولقد صنفها فان لير Van Liere بالاراضي الجبسية وسماها المؤلف Grey Desert Soil- Gypsiferous Family وعند استعمال التقسيم السابع وجد المؤلف انها تقع تحت

4.110 Typic Camborthid , Light Loamy , Gypsiferous Family

وأما عن الاهمية الزراعية لهذه الاراضي ، فان قسماً كبيراً من هذه الاراضي يقع في مناطق التوسع الزراعي الذي سيحدث بعد انشاء سد الفرات . ويعتبر ملح كبريتات الكالسيوم غير ضار فيسيولوجياً للنباتات ولعل الضرر الجزئي الناتج عن وجوده يرجع الى رفعه للضغط الاسموزي للمحلول الارضي . ولقد وجد المؤلف في ابحاث اجراها داخل أصص تحوي معدلات مختلفة من الجبس ، انه يمكن زراعة القطن بنجاح في الاراضي التي تحوي جبساً حتى ٢٠ - ٢٥٪ وان الضرر الناتج عن وجود معدلات أعلى من الجبس يرجع الى قلة المواد الغذائية في التربة ، والى ضعف الخواص المائية للارض ، وابس للجبس نفسه . أضف الى ذلك ان الانشاءات الهندسية كالطرق والجسور وقنوات الري .. وغيرها تحتاج الى ترتيب خاص عند انشائها في الاراضي المحتوية للجبس نظراً لقدرة الجبس على الذوبان مع مياه الري او الامطار مما يؤدي الى انهيار هذه المنشآت اذا لم تتخذ الاحتياطات لذلك .

سادساً ـ الاراضي النهرية Alluvial Soils :

وتقع هذه الاراضي على ضفاف الانهار خصوصاً نهر الفرات . واللون في هذه الاراضي يكون بنياً أو بنياً فاتحاً Brown & Pale Brown وذلك في الاراضي البعيدة من النهر . أما القريبة من الشاطىء فيكون لونها رمادياً بنياً Greyish Brown .

والقطاع في هذه الاراضي غير واضح ، اذ انها اراضي حديثة التكوين ، تضاف لها سنوياً طبقات جديدة من الطمى اثناء الري بمياه النهر المحملة بكمية من الطمى .

وقوام هذه الاراضي خشن ، إذ ان نسبة الحبيبات ذات القطر اكبر من ٥٠ ميكرون تبلغ حوالي ٥٠٪ او اكثر من مجموع الحبيبات . ويلاحظ في جميع اراضي حوض الفرات انها خالية من

جدول (٣٥)

بعض خصائص اراضي قرية المشارة (في الميادين بحوض الفرات)

المكان	العمق/سم	درجة الحموضة	التوصيل الكهربائي ملليموز/سم	كربونات كالسيوم ٪	حبيبات > ٥٠ ميكرون
قرية المشارة	٠٫٠ – ١٥	٨٫١	٠٫٣٨	٢٢٫٩	٥٠٫٣
٤ كم من شاطىء	١٥ – ٣٥	٨٫١	٠٫٤٨	٢٤٫٧	٤٦٫٥
النهر	٣٥ – ٦٥	٨٫٠	٠٫٧٢	٢٥٫٩	٤٧٫٧
	٦٥ – ١٣٧	٧٫٨	٠٫٩٠	٢٤٫٤	٤٠٫٣
	١٣٧ – ١٧٢	٧٫٨	١٫٣٥	٢٤٫٥	٥٣٫٧

الطبقات الكتيمة في القطاع الارضي ولذلك فنفاذيتها عالية نسبياً . وتأثير هذه الاراضي قاعدي ، نظراً لاحتواء الارض على نسب مختلفة من كربونات الـكالسيوم .

ويلاحظ في هذه الاراضي أن الاملاح الذائبة تزداد كلما تعمقنا في القطاع الارضي ، وان الاراضي المجاورة للنهر تحوي أملاحاً أقل من الاراضي البعيدة عنه . كذلك فان الاراضي المجاورة للنهر تبدو بها آثار ضعيفة من كبريتات الـكالسيوم ، في حين تزداد كمية هذا المركب كلما بعدنا عن شاطىء النهر وقربنا من التلال المحاذية للبادية السورية .

وتعتبر اراضي حوض الفرات ذات اهمية زراعية كبيرة ، اذ تزرع مساحات واسعة بالقطن ، ولكن نظراً لسوء العمليات الزراعية مع وقوع هذه الاراضي بالمناخ الجاف ساءت خواص كثير من هذه الاراضي الجيدة وتحولت الى اراضي مالحة Saline soils وقد سبق الاشارة الى ذلك .



الفصل الرابع

حصر الاراضي

SOIL SURVEY

العلاقة بين تقسيم الاراضي وحصر الاراضي :

تناولنا في الفصول السابقة بعض النظم التقسيمية البيدولوجية ، ويعرف النظام التقسيمي البيدولوجي بأنه النظام الذي يعتمد على اتخاذ جميع خواص الارض وملامحها جميعاً ليعتمد هذه الارض كنظام طبيعي مميز مستقل . ويعتقد البعض أن المستويات العليا من درجات التقسيم ذات قيمة نظرية أكاديمية ، بينما المستويات الدنيا منه يمكن اعتبارها ذات قيمة عملية اكثر . وهذا الاعتقاد يعتبر صحيحاً من وجهة نظر المزارع ، أما من وجهة نظر المخططون للمشاريع الزراعية والراسمون لسياسات الزراعية فان المستويات العليا من التقسيم لا تقل أهمية عملية عن المستويات الدنيا منه .

ويشبه النظام التقسيمي البيدولوجي بقية النظم التقسيمية الطبيعية الاخرى (كالتقسيم الحيواني والنباتي) في عدم إمكانيته الاجابة على جميع المشاكل ذات العلاقة بالاستعمالات العملية للاراضي ، ولكنه يقدم للمتخصص إجابات مقنعة تمكنه من عرض النتائج وتفسيرها للآخرين في صورة تقسيمات تطبيقية ذات اغراض محددة . وعند عمل التقسيمات التطبيقية فانه لا تؤخذ بعين الاعتبار جميع خواص الارض وملامحها الظاهرية بل يقتصر فقط على دراسة الخواص ذات الارتباط المباشر بالغرض الذي أنشىء التقسيم التطبيقي من أجله .

ومن الضروري التنويه الى ان التقسيم البيدولوجي يجب أن يكون ذا طابع عالمي ، كي يتمكن أي متخصص في علم الاراضي من استخلاص النتائج منه ، كذلك يجب ان يكون لكل دولة تقسيم بيدولوجي

محدد تعتمده ، ولا يتغير هذا التقسيم إلا اذا تقدمت المعلومات عن طريق الابحاث لتطوير النظام المعمول به ، ولذلك ينظر الى التقسيم البيدولوجي على أنه مرآة لمستوى المعلومات والمعارف في العصر الذي وضع به . وحتى الآن لا يوجد في سوريا نظام تقسيمي واضح لأراضيها .

أما التقاسيم التطبيقية أو الصناعية فلا يمكن ان تكون ذات طابع عالمي ، إذ انها تعمل لتحقيق اغراض معينة ، وقد يعمل لارض واحدة عدة تقاسيم تطبيقية تختلف تبعاً للغرض الذي وضع كل منها من اجله ، فقد نصنف ارضاً معينة حسب الملوحة أو القلوية ، أو ملاءمة الارض لمحصول معين ، أو القدرة الانتاجية او للاسمدة . . . . . الخ وكل هذه التقاسيم هامة وضرورية .

وحصر الاراضي Soil survey يعتبر الجانب التطبيقي من التقسيم البيدولوجي ، ولا تنحصر مهمته في وضع خارطة معينة للاراضي فحسب بل تتعدى مهمته ذلك ، حيث يهدف الى اغراض اكثر بكثير من الخريطة ، فهو عبارة عن دراسة الاراضي حقليا ومخبريا وعلى ضوء ذلك تقسم الاراضي الى وحدات متميزة يمكن تبيانها على الخريطة مع توضيح حدود كل وحدة ، وبذلك يمكن عرض النتائج المتحصل عليها من الدراسة الواسعة على شكل مجموعات تفيد في استغلال واستعمال هذه المجموعات على أسس سليمة وبطريقة اقتصادية . ولقد لخصت الاهداف من حصر الاراضي بأنها تحسين وتطوير الاستغلال الزراعي .

ولقد صنفت التقاسيم المختلفة التي ترجع الى حصر الاراضي في مجموعتين كبيرتين الاولى سميت بالتقاسيم التطبيقية للاراضي Applied soil classification ، والثانية التقاسيم الاستعمالية للاراضي Land use classification .

ففي التقسيم التطبيقي للارض تتخذ أحد خواص الارض اساساً للتصنيف ، كالملوحة او القلوية او حالة الصرف .. الخ . بينما في التقاسيم الاستعمالية للارض فان التصنيف يستند الى خواص الارض بالاضافة الى الطبوغرافيا والمناخ والنبت وكذلك المعالم الحضارية والاقتصادية للمنطقة بأجمعها .

ومن الضروري الاشارة الى أنه لا يوجد تعارض بين وجود تقسيم بيدولوجي وتقاسيم اخرى تطبيقية او استعمالية ، بل بالعكس فان التقسيم البيدولوجي هو الاساس لأنواع التقاسيم الاخرى . ويمكن تلخيص نظم التقسيم بالتالي :

أولاً ـ نظم بيدولوجية . وقد سبق الكلام عنها .

ثانياً ـ نظم تصنيفية استعمالية وتنقسم الى قسمين :

١ ـ تصنيفات لغرض الاستعمالات العامة للارض .

٢ ـ تصنيفات تثمينية تقييمية .

ثالثاً ـ نظم تصنيفية تطبيقية . وهذه تقسم الى :

١ ـ تصنيف لأغراض التحسين ، ويشمل التصنيفات الآتية :

آ ـ على اساس الملوحة .
ب ـ على اساس القلوية .
جـ ـ على اساس الصرف .
د ـ على اساس درجة النمو .
هـ ـ على اساس شبكة الري .
و ـ على اساس مستوى الماء الارضي .

٢ ـ تصنيف لاغراض التسميد , وبشمل :

آ ـ على اساس الفوسفور .
ب ـ على اساس البوتاسيوم .
جـ ـ على اساس الآزوت .
د ـ على اساس الحموضة .
هـ ـ على اساس العناصر الغذائية النادرة .

٣ ـ تصنيف لاغراض الميكنة . ويشمل :

آ ـ على اساس مقاومة الاراضي لآلات الخدمة وآلات الجر .
ب ـ على اساس الاصابة بالاحجار .

٤ ـ تصنيف على اساس القدرة الانتاجية .

٥ ـ تصنيف لغرض الانشاءات العمرانية .

النظم التصنيفية الاستعمالية الارضية العامة :

وعادة يتعاون المتخصص في الاراضي مع متخصصين في فروع اخرى كالاقتصاد الزراعي والمحاصيل لوضع الوحدات التصنيفية للاراضي . ويمكن الاستئناس بالمقترحات التصنيفية التالية :

أولاً ـ ارض مزروعة :

١ ـ المرتبة الاولى ـ الاراضي ذات القدرة الانتاجية العالية والملائمة الى كل المحاصيل .
٢ ـ المرتبة الثانية ـ الاراضي ذات القدرة الانتاجية الجيدة والملائمة للعديد من المحاصيل .
٣ ـ المرتبة الثالثة ـ الاراضي ذات القدرة الانتاجية المتوسطة والملائمة لبعض المحاصيل .
٤ المرتبة الرابعة ـ الاراضي ذات القدرة الانتاجية المنخفضة والملائمة لعدد محدود من المحاصيل .

وكل من هذه الرتب يمكن ان يقسم الى تحت رتبتين :

آ ـ لا تحتاج الى تحسينات .
ب ـ تحتاج الى تحسينات .

ثانياً ـ اراضي غير ملائمة للزراعة وتشمل :

١ ـ الاراضي الصخرية .

٢ ـ التلال الرملية المتحركة .
٣ ـ المستنقعات المالحـــة .
٤ ـ الاراضي الغدقة .
٥ ـ غير ذلك .

ولتصنيف الاراضي تجمع بيانات عن المنطقة كـكل ، كما يهتم بالخواص التالية : عمق القطـــاع الارضي ـ قوام الارض ـ القدرة الانتاجية الحالية ـ مستوى المـــاء الارضي ـ ملوحـــة التربة ـ قلوية التربة ـ ملوحة المـــاء الارضي ـ القدرة الامدادية بالعنـــاصر الغذائية ـ الدبال ـ الصرف ـ الاحجار .

النظم التصنيفية التطبيقية :

ونتناول منها نموذجان فقط : لاغراض التحسين ، ولاغراض التسميد ، وفي مجال التحسين نتناول ثلاثة تصنيفات فقط هي : الملوحة ـ القلوية ـ الرشح .

أولاً ـ الملوحة : عند تصنيف الاراضي تبعاً للملوحة لا بد من الاعتماد الى ثلاثة أدلة هي :

١ ـ العمق الذي تتجمع عنده الاملاح ، ويندرج تحته :
آ ـ الاملاح متزهرة على السطح (سولنشاك) .
ب ـ السطح الملحي ـ حيث تكون الاملاح في ٣ ـ ٣٠ سم من السطح .
جـ ـ تحت السطح ملحي ـ حيث تكون الاملاح في عمق ٣٠ ـ ٧٠ سم من السطح .
د ـ الملوحة بعيدة عن السطح ـ حيث تكون الاملاح على بعد ٧٠ ـ ١٠٠ سم من السطح .
هـ ـ الملوحة بعيدة جداً عن السطح ـ وتتجمع الاملاح على بعد ١٠٠ ـ ١٥٠ سم من السطح .
و ـ غير مالحة : وتكون الاملاح في عمق يزيد عن ١٥٠ سم .

٢ ـ درجة تجمع الاملاح : وتنقسم الي المراتب الموضحة في الجدول التالي :

رتبة	٪ الاملاح الكلية الذائبة	درجة التوصيل (ملليموز/سم)
غير ملحية	٠٫٠ ـ ٠٫١٥	٠٫٠ ـ ٤
قليلة الملوحة	٠٫١٥ ـ ٠٫٣٥	٤ ـ ٨
متوسطة الملوحة	٠٫٣٥ ـ ٠٫٦٥	٨ ـ ١٦
عالية الملوحة	< ٠٫٦٥	< ١٦

٣ ـ نوع الاملاح :

كلوريد . . . . . . صوديوم

كبريتات ـ كلوريد	. . . . . .	مغنيسيوم ـ صوديوم
كلوريد ـ كبريتات	. . . .	كالسيوم ـ صوديوم
كبريتات	. . . . .	كالسيوم ـ مغنيسيوم
كربونات ـ كبريتات	. . . .	مغنيسيوم ـ كالسيوم
كبريتات ـ كربونات	. . . .	صوديوم

ثانياً ـ القلوية :

١ ـ خالية من القلوية : نسبة Ca الى Na في مستخلص العجينة المشبعة اكثر من ٤ : ١ والصوديوم المتبادل أقل من ١٥٪ .

٢ ـ قلوية : نسبة Ca الى Na في مستخلص العجينة المشبعة اقل من ٤ : ١ والصوديوم المتبادل أعلى من ١٥٪ .

٣ ـ قلوية سولونتز : وفيها أفق ب عمودي البناء .

ثالثاً ـ الصرف (البدن) :

١ ـ الصرف شديد : أرض منفذة للماء وقوة حفظ الماء في الارض منخفضة .

٢ ـ الصرف جيد : " " " " " " " " " " " عالية .

٣ ـ الصرف متوسط : نفاذية منخفضة وقوة حفظ الماء عالية .

٤ ـ الصرف رديء : غير منفذة للماء وقوة حفظ الماء عالية .

٥ ـ الصرف معطل : الارض مستنقعية .

رابعاً ـ التصنيف من اجل التسميد :

عادة توضع ٥ رتب لكميات السماد الواجب اضافتها الى التربة تبعاً لمحتواها من العنصر الغذائي،وهي:

١ ـ منخفضة جداً

٢ ـ منخفضة .

٣ ـ متوسطة .

٤ ـ عالية .

٥ ـ عالية جداً

ومن الضروري ان توضع نظم التقسيم سواء أكانت بيدولوجية أو تطبيقية أو في استعمالات الاراضي على خريطة واضحة ، والا كانت عديمة الفائدة .

خرائط الاراضي :

ان خرائط الاراضي تعكس الصورة الحقيقية لتوزيع الاراضي في الطبيعة ، حيث تقسم هــذه الاراضي الى مجموعات متشابهة توضح في الخريطة الاساسية كوحدة متميزة . وعادة يحدد حجم الوحـدة بمقياس الرسم المطلوب فقد توضح السلاسل او الانواع أو المجموعات الكبرى ... الخ تبعاً لمقياس الرسم .

وتوضع المعلومات عن الوحدات على خرائط تعرف باسم خرائط القاعدة أو الاساس base maps ، فقد تكون خريطة القاعدة طبوغرافية او جيولوجية ومن افضلها الخرائط الجوية .

وترسم الخريطة بمقياس رسم مناسب يتلاءم مع طريقة الحصر التي اتبعت وكذلك مع الغرض من عمل حصر الاراضي . ولقد تم الاتفاق على الخرائط التالية :

١ ـ خرائط تفصيلية detailed soil maps وهي ذات مقياس رسم كبير ١ : ٢٠٠٠ – ١ : ١٠٠٠٠.

٢ ـ خرائط نصف تفصيلية Semi – detailed soil maps وترسم بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠ – ١ : ٥٠٠٠٠ .

٣ ـ خرائط استكشافية reconnaissance soil maps ومقياس الرسم لها ١ : ١٠٠٠٠٠ الى ١ : ٢٥٠٠٠٠ .

٤ ـ خرائط ملاحظة observation soil maps مقياس الرسم لهـا من ١ : ٥٠٠٠٠٠ الى ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ .

وتجدر الاشارة الى أنه لا يمكن ايجاد خريطة تعبر عن الاستعمالات المختلفة للاراضي ، بل توجد عدة أنواع من الخرائط الارضية ، نسردها بالتالي :

اولاً : خرائط بيدولوجية Pedological maps .

ثانياً : خرائط الاستعمالات العامة للاراضي General landuse maps .

ثالثاً : خرائط توضيحية خاصة Soil cartoschemes ويتبعها :

١ ـ خرائط الملوحـــة .

٢ ـ خرائط القلوية .

٣ ـ خرائط الانجراف .

٤ ـ خرائط السطوح المحجرة .

٥ ـ خرائط الصرف .

٦ ـ خرائط نقص الفوسفور .

٧ ـ خرائط نقص البوتاسيوم .

٨ - خرائط نقص العناصر النادرة

٩ - خرائط عمق الاراضي .

رابعاً - خرائط توضيحية لاستعمالات معينة lauduse cartoschemes وتشمل :

١ - خرائط الدورات الزراعية .

٢ - خرائط توضح أماكن ادخال زراعات جديدة .

٣ - خرائط تبين كميات الاسمدة اللازمة .

٤ - خرائط تبين مستوى الماء الارضي .

٥ - خرائط لاستعمال الآلات او الرش .

عمل الخرائط الارضية :

ان خريطة الاراضي تعرض توزيع الاراضي المختلفة على سطح المنطقة ، وتوجد عدة طرق لعرض توزيع الاراضي المختلفة هذه ، حيث أن اختيار أية طريقة منها يتوقف على الشخص الذي يقوم بوضع مفتاح الخريطة legend من حيث خبرته واختصاصه . والحقيقة فان مفتاح الخريطة او دليلها يرتب دائماً وفق ترتيب خاص بحيث يتمشى مع نظام التقسيم الذي اتبع في تصنيف الاراضي ، أي كما يقال ان هناك علاقة وطيدة بين الخريطة ومفتاحها ونظام التقسيم المتبع .

والخريطة الجيدة يجب أن تكون دقيقة ومطابقة تماماً لمقياس الرسم المستعمل ، ويقصد من ذلك ان تتطابق الحدود بين الانواع المختلفة على الخريطة مع مواقعها في الطبيعة ضمن خطأ محدد مسموح فيه . وبالاضافة الى دليل الخريطة ، يجب أن تحوي كذلك الرموز والمعلومات الآتية :

١ - حدود المنطقة التي درست اراضيها

٢ - حدود ادارية كالمدن والمحافظات .

٣ - رموز تشير للاستعمالات الحالية للارض : (محاصيل ، فاكهة ، غابات ، بور ، مراعي ...الخ) .

٤ - أنواع الطرق المستعملة (ترابية ، معبدة بالاسفلت ، سكك حديدية) .

٥ - الانهار وفروعها وروافدها ، وكذلك الاقنية الرئيسية والمصارف الرئيسية والبحيرات ان وجدت .

٦ - المنشآت الهامة مثل المطارات ، المدارس .

٧ - بيان الاحداثيات كخط الطول وخط العرض .

٨ - عنوان الخريطة .

٩ - مقياس الرسم .

١٠ - اسم القائم بعملية الحصر او الهيئة المسؤولة ، وكذلك الرسام .

١١ - ذكر السنة التي اجريت فيها عملية الحصر وكذلك زمن النشر .

ومن الضروري ان ترفق كل مساحة على الخريطة بقطاع ارضي كامل كمثال توضيحي . وعند وجود اكثر من نوع من الاراضي في المساحة الواحدة فلا بد أن يوضح كل نوع منها بقطاع كامل ايضاً . والقطاع الكامل هو حفرة عمقها اما من ١٠٠ - ٢٠٠ سم او حفرة متوسطة من ٥٠ - ١٠٠ سم حسب عمق التربة . وتحدد المساحة التي تمثل بقطاع كامل حسب مقياس الرسم المطلوب من جهة أولى ، وتبعاً لدرجة الارض من جهة ثانية .

والجدول (٣٦) يساعد في اعطاء فكرة عن عدد القطاعات الواجب اخذها عند عمل حصر لمنطقة ما . ويلاحظ ان لكل مقياس رسم حدان أعلى ويستخدم في حالة الاراضي جيدة الانتاجية وأدنى ويستخدم في الاراضي سيئة الانتاجية والتي تحتاج لاصلاح ما .

جدول (٣٦)

العلاقة بين المساحة التي تمثل بقطاع ارضي واحد في الطبيعة (هكتار) والمساحة المقابلة على الخريطة (سم٢) وبين مقياس الرسم

مقياس الرسم	المساحة في الطبيعة (هكتار)	المساحة على الخريطة (سم٢)
١ : ٢٠٠٠	١ - ٣	٢٥ - ٧٥
١ : ٥٠٠٠	٤ - ١٠	١٦ - ٤٠
١ : ١٠٠٠٠	١٠- ٢٥	١٠ - ٢٥
١ : ٢٥٠٠٠	٢٥- ٨٠	٤ - ١٢٫٨
١ : ٥٠٠٠٠	٥٠- ١٥٠	٢ - ٦
١ : ١٠٠٠٠٠	٢٠٠- ٣٠٠	٢ - ٣
١ : ٢٠٠٠٠٠	٤٠٠- ٦٠٠	١ - ١٫٥

وواضح من الجدول ان خريطة مقياس الرسم لها ١ : ٥٠٠٠٠ تعني ان كل ٢ - ٦ سم٢ منها يقابلها قطاع ارضي حفر في الحقل ودرس في المختبر ، بينما في خريطة اخرى مقياس الرسم فيها ١ : ٥٠٠٠ فان كل ١٦ - ٤٠ سم٢ منها يقابلها قطاع ارضي واحد .

ويمكن توضيح مقياس الرسم على الخريطة بعدة اشكال هي :

١ - المقياس المباشر : حيث يكتب مثلا سنتيمتر لكل كيلو متر . وهذه الطريقة على الرغم من

بساطتها ، إلا أنها تبدو معقدة اذا كان القـــارىء قد ألف استعمال وحدات اخرى غير الفرنسية في هذا المثال .

٢ ـ الكسر البياني : وفيه يكون مقياس الرسم على شكل كسر بياني مثل ١ : ١٠٠٠٠٠ وهو مقياس نسبي اي ان كل ١ سم او ١ بوصة يقابلها ١٠٠٠٠٠ سم او ١٠٠٠٠٠ بوصة . ولا تظهر بهـذه الطريقة أثر الوحدات .

٣ ـ المقياس الخطي : وهو خط مستقيم مقسم الى وحدات قياسية متساوية . وهذه طريقة جيدة في التعبير . وفي العادة يرفق المقياس الخطي على الخريطة بمقياس كسر بياني .

وقبل ان يختم هذا الفصل لا بد من الاشارة الى ان حصر الاراضي عملية طويلة ومجهدة وتحتاج تكاليف عالية وجهوداً كبيرة ، ولا يمكن انجازها بسرعة ، ولقد بدأت المرحلة الاولى منها في القطر العربي السوري في الخمسينيات حيث أنجزت محافظة الحسكة ، وبعد ذلك تجرى عملية الحصر للمشاريع القـائمة أو التي ستقوم في منطقة معينة . وعموماً تسير في القطر السوري ببطء رغم الحاجة الماسة اليها لوضع مشاريع التطوير ، وينصب الاهتمام حالياً بالدرجة الاولى على الاراضي التي سيشملهـا التوسع الزراعي في منطقة الفرات .

الفصل الخامس

المحافظة على الاراضى

SOIL CONSERVATION

مقدمة :

تعتبر المحافظة على الارض والعمل على زيادة خصوبتها ، واستغلالها استغلالاً صحيحاً من أهم الموضوعات التي يجب على المشتغلين في علوم الاراضي والزراعيون عموماً الاهتمام بها ، نظراً لارتباط ذلك بزيادة الانتاج ورفع الدخل القومي . وانجراف التربة Soil erosion واحدة من أهم المشاكل التي يعاني منها الفلاحون ، بل عانت منها بعض الحضارات قديماً واثرت على استمرارها . ويمكن تلخيص الاضرار الناشئة عن هذه المشكلة بالنقاط الآتية :

١ - يؤثر الانجراف في خصوبة الارض : حيث أن التربة السطحية تفقد تدريجياً ، والمعلوم أن الجزء الناعم من التربة يزاح أولاً تحت تأثير الماء الجاري وتزداد اقطار الحبيبات المنجرفة كلما زادت سرعة جريان الماء أو سرعة الرياح . ولما كان الجزء الناعم من التربة هو المصدر الرئيسي لغذاء النبات، لذا فان عملية الانجراف تفقد التربة مصادرها الرئيسية للخصوبة ، ولقد قورن المحتوى الغذائي للمواد المحمولة بالماء الجاري والمحتوى الغذائي للتربة الاصلية فوجد أن : المادة العضوية تعادل ٤٫٧ ضعف ، والآزوت ٥ أضعاف ، والفوسفور ٣٫١ ، والبوتاسيوم القابل للاستفادة ٣٫٧ ، وان المواد الناعمة ٤ أضعاف وذلك في المواد المحمولة مما هي في التربة الاصلية .

ويضاف إلى ذلك أن عمليات الخدمة في الاراضي المعرضة للانجراف لا تفي بالاغراض المطلوبة منها، لأن طبقة الحراثة تكون هي طبقة تحت السطح باستمرار وهذه في العادة تكون أقل خصباً نظراً لضعف النشاط الحيوي فيها من جهة ، ولقلة العناصر الغذائية القابلة للاستفادة من جهة ثانية .

٢ ـ كما يؤثر الانجراف في مساحة الارض المزروعة ، إذ قد لا تقف عملية الانجراف عند نزع الطبقة السطحية فقط بل قد تمتد إلى كامل التربة حتى تصل الى المهد الصخري ، ويلاحظ هذا بوضوح في كثير من المنحدرات في الجبال الساحلية حيث تبدو الطبقة الصخرية معرضة للجو مباشرة دون أن تكسوها طبقة ترابية . مما يجعل هذه المساحات غير صالحة للزراعات الاقتصادية .

٣ ـ وقد يمتد أثر الانجراف على الزراعات القائمة ، أي يتعدى الارض إلى النبات ، ويكون ذلك إما في المنطقة التي حدث فيها الانجراف أو في المناطق التي تتعرض لسير المواد المنجرفة . فكم من اشجار قلعت نتيجة انجراف التربة من منطقة الجذور حيث يصبح التثبيت الميكانيكي لها ضعيفاً ، وكذلك اثناء انحدار الصخور الكبيرة من اعالي الجبال إلى السفوح مقتلعة الاشجار في طريقها . ولا ننسى تأثير الرمال والتربة السافية في تغطية المساحات المزروعة بالمحاصيل فى البقع المتاخمة للصحاري .

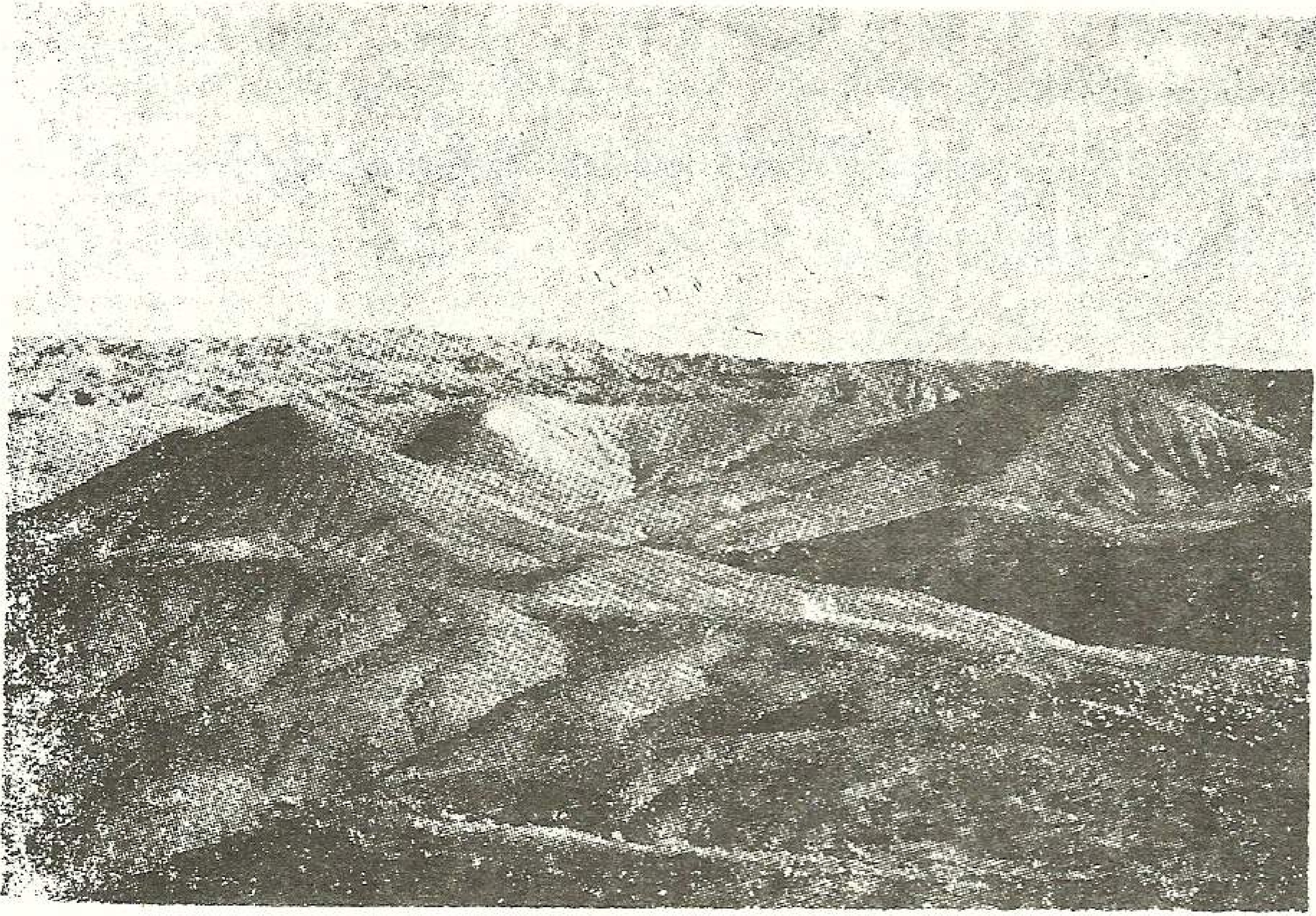
٤ ـ أضف إلى ذلك أن جزءاً كبيراً من مياه الامطار يضيع بالجريان Run off اذا لم تتح له فرصة اختراق الارض ثم البقاء فيها . ولقد قدر مقدار ما يفقد من مياه الامطار في بعض المناطق الرطبة بحوالي ٥٠ ـ ٦٠ ٪ من كمية الامطار السنوية ، ولكن في المناطق الجافة قد تنخفض النسبة عن ذلك ولما كان الماء مصدر الحياة في الارض خصوصاً في الزراعة البعلية لذا كانت المحافظة عليه والسيطرة عليه دون الجريان السطحي من الامور الهامة جداً ، ولقد أجرى Wollny في ميونيخ بالمانيا دراسة عن أثر المحافظة على الارض بالغطاء النباتي في حفظ الارض للماء ، حيث قام بتغطية جزء من الارض بغطاء نباتي وترك الجزء الاخر بدون غطاء فتبين له أن الغطاء النباتي يحسن من البناء الارضي اذ زادت نسبة المسام الواسعة بمعدل ٣٤ ـ ٥٣ ٪ عن الارض التي لم يوضع لها غطاءاً نباتياً ، وهذه المسام الواسعة تزيد طبعاً من قدرة الارض على الاحتفاظ بالماء ، فضلاً عن تيسير حركة الهواء فيها .

وتقوم الرياح بدور مماثل في فقد الرطوبة من الارض حيث ان هبوب الرياح على ارض رطبة يعجل بفقد الماء منها عن طريق التبخير .

٥ ـ وقد يصل الضرر من انجراف الارض الى الاعمال الصناعية في مشاريع الري والصرف ، حيث تقوم المواد المنجرفة مع الماء الجاري بتخريب مشاريع الري والصرف بتكسير القنوات وتقليل مقطع المصرف والقناة نتيجة ترسب هذه المواد فيها ، واخيراً إطماء السدود والخزانات نتيجة ترسب المواد المنجرفة فيها وبالتالي تقل سعة الخزان كثيراً .

وتعاني كثير من الدول من مشاكل الانجراف منها سوريا ولبنان وفلسطين وشمال افريقيا وكذلك الهند والصين والولايات المتحدة . ولقد أدرك الاقدمون في بعض الحضارات المتقدمة أهمية انجراف التربة فأقاموا المساطب لحفظ الارض . وفي بعض البلاد المتقدمة توجد مؤسسات خاصة تعنى بحفظ الارض من

الانجراف كأحد الموارد الطبيعية ، وعلى الرغم من اهميته في القطر العربي السوري فانه لا توجد حالياً دائرة متخصصة للاعتناء بذلك وسنتناول في التالي الانجراف بفعل الماء ثم بفعل الهواء .



شكل (٤٥)

منظر عام لمنطقة منجرفة بفعل المياه ـ الجبال عارية والاخاديد عميقة

العوامل المؤثرة في الانجراف المائي :

كان يعتقد أن انجراف التربة بفعل الماء يخضع لتأثير المياه الجارية فقط ، ولكن الدراسات الحديثة أثبتت ان تساقط قطرات المطر لها اكبر الاثر في انجراف التربة خصوصاً اذا كان سمك الماء المغطي لسطح الارض قليلا حيث تستطيع القطرات المتساقطة أن تلامس التربة مباشرة ، وتؤثر في الانجراف بفعل الماء عدة عوامل يمكن ان توضح بالتالي :

١ ـ الامطار : يتضح تأثير الامطار في انجراف التربة اذا حددت القوة الناجمة عن سقوط المطر على سطح الارض . وترتبط هذه القوة بأسباب ثلاثة هي : حجم قطرات المطر ، وسرعة سقوطها ، ثم كمياتها .

ولقد اجريت تجارب عديدة لمعرفة أثر هذه العوامل الثلاثة حيث استخدم المطر الصناعي ووجهت

قطراته لتؤثر في تربة موضوعة بأواني خاصة Trays وكانت اقطار قطرات هذا المطر تتراوح بين ١ - ٥مم فوجد ان التربة قد امتصت في حالة القطرات صغيرة الحجم كمية من الماء اكبر مما هي في الكبيرة الحجم. وبلغ الفرق بينهما حوالي ٧٠ ٪ . ولقد قدرت كمية التربة المحمولة مع مياه الامطار في حالة الحبيبات كبيرة الحجم فوجد أنها تعادل ١٢٠٠ ٪ من التربة المحمولة في حالة الحبيبات الصغيرة الحجم .

ولقد أجريت دراسة اخرى قدرت فيها كمية التربة المنجرفة من الحقل تحت تأثير الامطار وتحت تأثير الماء الجاري ، فوجد ان حوالي ٥ - ١٠ ٪ فقط من التربة المنقولة يرجع لأثر الماء الجاري ، بينما ترتفع نسبة التربة المنقولة بفعل الامطار الى ٩٠ - ٩٥ ٪ . وتكمن هنا الاجابة عن استفسارات الزراع حيث يتعجبون من فقد أراضيهم الواقعة في منحدرات والتي أجروا لها عملية تشبه المساطب Terraces لوقايتها من الانجراف ، ولكن تأثير مياه الامطار يبقى سائداً خصوصاً اذا كانت الارض محروثة .

أما ميكانيكية تأثير قطرة المطر فيمكن تفهمه إذا علمنا ان قطرة المطر كروية الشكل ، فعندما تسقط وتصطدم بسطح الارض يزداد الضغط فجأة على بعض اجزاء الغلاف المائي فتتناثر محتويات قطرة الماء آخذة معها بعض حبيبات التربة التي كانت مرتبطة مع غيرها او كانت في صورة مفردة ولذلك تحدث عملية الاثارة في التربة وتصبح الحبيبات المنزوعة عرضة لأن يحملها تيار الماء بسهولة .

ويزداد اثر قطرة المطر خطورة اذا كانت الارض معراة من النباتات أو لا تغطيها طبقة مائية معينة، فعند وجود طبقة مائية على سطح التربة فانها تقلل من اثر فعل قطرة المطر في نزع الحبيبات الترابية من تجمعاتها ، ويقل تأثير الطبقة المائية كلما قل سمكها . ومن الضروري التنويه الى ان وجود الطبقة المائية على سطح الارض لا يعدم تأثير قطرة المطر الساقطة بل يقلل من تأثيرها ، وتبقى التموجات في الصفيحة المائية الناشئة عن أثر سقوط قطرات المطر والتي تحافظ على تحريك الحبيبات الناعمة وتمنعها من الرسوب، وتصبح بذلك عرضة للانجراف بفعل الماء الجاري .

ويمكن الحد من أثر قطرات المطر في تهديم بناء سطح الارض بالمحافظة على وجود غطاء نباتي في الارض ، يتحمل الاثر الميكانيكي لقطرات المطر . ولذا من الضروري في مناطق الرعي تنظيم دورة الرعي بحيث لا تترك الارض معراة من الغطاء النباتي في موسم سقوط الامطار .

٢ - الماء الجاري : يؤثر الماء الجاري في انجراف التربة باحدى الصورتين الآتيتين : الاولى عندما تكون سرعة جريان الماء من القوة بحيث تكفي لنزع حبيبات التربة من تجمعاتها ثم حملها معه الى مكان أبعد من المكان الذي انتزعت منه ، والثانية عندما تكون سرعة جريان الماء ضعيفة بحيث لا تستطيع انتزاع الحبيبات من تجمعاتها بل تقدر على الحبيبات المفردة والتجمعات الصغيرة فقط وتنقلها معه الى مكان أبعد من الذي كانت به .

٣ - الطبوغرافية : يتعلق انجراف التربة بفعل الماء الجاري بدرجة انحدار الارض بالدرجة الاولى ،

فاذا زاد الانحدار زاد مقدار الانجراف ، وعلى العكس عندما يقل الانحدار تتضاءل سرعة جريان الماء وقد يقف . فاذا تخيلنا هضبة مستوية السطح ، فان الامطار تتجمع على سطح الهضبة ثم تنتقل مع الانحدار وقد تتجمع في مجاري صغيرة تزداد ضخامة كلما انتقلت الى مسافة أبعد واكثر انحداراً .

واذا تخيلنا هضبة فاننا نلاحظ أن الاجزاء المرتفعة منها قد تتعرض لتأثير قطرات المطر فقط ، بينما الاجزاء المنخفضة منها فانها تتعرض لتأثير قطرات المطر بالاضافة إلى الغلاف المائي الذي يزداد سماكة وفعالية كلما انتقلنا من أعلى الهضبة نحو اسفلها .

٤ ـ الغطاء النباتي : يعمل الغطاء النباتي على الاقلال من فعل الانجراف ، بل ويحمي التربة منه سواء أكان الغطاء على شكل غابات أو مروج . وفي المناطق الرطبة الباردة حيث يكون الغطاء النباتي كثيفاً والمخلفات العضوية عن بقايا اوراق الغابات متراكمة فانها تحمي التربة كلياً من الانجراف ، أما في المناطق الجافة ونصف الجافة حيث تكون المراعي مبعثرة فان الاراضي تكون اكثر عرضة لفعل الانجراف، ولكنها على العموم تبقى أقل مما لو كانت الأرض خالية من الغطاء النباتي تماما . ونلاحظ في أراضي البادية السورية أنه على الرغم من قلة الامطار السنوية إلا أن هذه الكمية القليلة تسقط على صورة زخة واحدة أو زختين في السنة ولذلك تتشكل السيول المائية وتصبح التربة بشكل معلق ترابي تأخذه المياه الجارية معه . أما بالنسبة لمحاصيل الحقل فانها تختلف في فاعليتها في حفظ الارض من الانجراف فبينما تعمل النجيليات كالقمح والشعير والشوفان على حفظ الارض من الانجراف فان المحاصيل الاخرى والتي تحتاج لخدمة شديدة كالقطن مثلاً فانها تكون أقل فعالية ، بل وقد تشجع على الانجراف . ويتوقف فعل المحصولات الحقلية في الحد من الانجراف على طبيعة المجموع الجذري وكثافة المجموع الخضري وتفرعه وكذلك فترة وجودها في التربة .

٥ ـ خواص الأرض : تختلف الاراضي كثيراً في قابليتها للانجراف تبعاً لخواصها ، فالاراضي المغطاة عادة بمادة عضوية غير متحللة تحفظ التربة من أثر قطرات المطر الساقطة وبالتالي تقل قدرة المياه على تحطيم البناء الارضي في الطبقة السطحية .

كذلك يلعب قوام الارض دوراً هاماً في ذلك ، فالأراضي خشنة القوام يرشح الماء فيها بسرعة ولذلك تكون قدرة الامطار على تكوين مجاري وسيول مائية ضعيفة جداً ويكون الانجراف قليلا ، ولكن الخطورة عند الجفاف حيث يكون تماسك حبيبات التربة ضعيفاً مما يعرضها للانجراف بفعل الرياح . وللبناء الارضي الدور الاهم ، فاذا كانت الحبيبات من النوع المتجمعة الثابتة فانها اكثر مقاومة لفعل قطرات المطر من الحبيبات المتجمعة بالتجاذب الكهربائي . ويمكن ادراك ذلك من مقارنة كمية الامطار الكبيرة التي تهطل في المناطق الاستوائيه فانها لا تؤدي لضرر كبير نظراً لأن أكاسيد الحديد والالومنيوم تقوم

بتكوين حبيبات متجمعة ثابتة أي بناء أرضي متماسك ، ولو سقطت هـــذه الكميات من الامطار وبنفس الغزارة في مناطق اخرى لكانت كارثة كبيرة .

ويتصل في البناء الارضي قدرة الارض على نفاذ الماء ثم الاحتفاظ به ، فكلما زاد ذلك قلت قدرة المياه على جرف التربة نظراً لرشحه فيها .

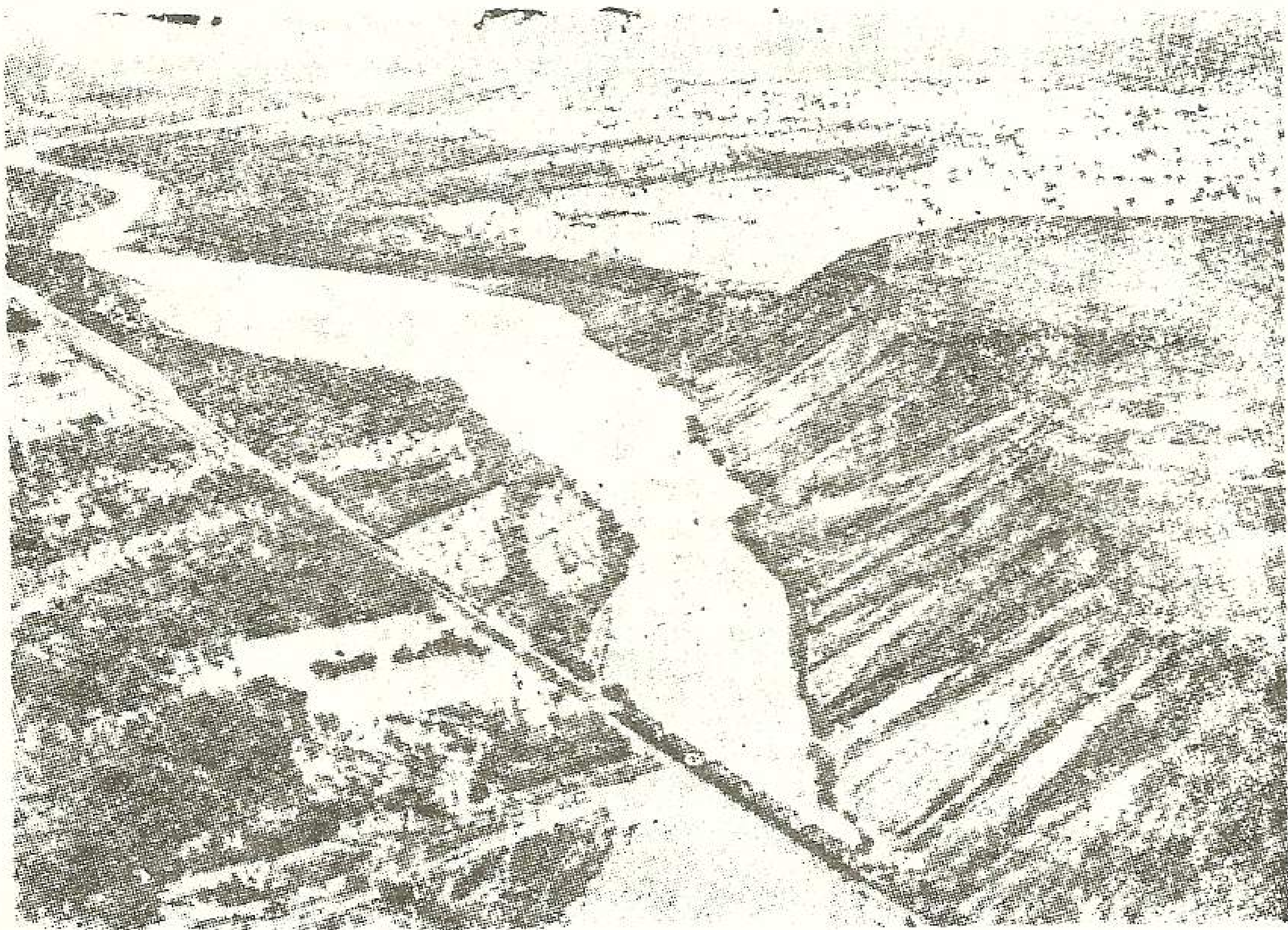
أنواع الانجراف المائي :

تختلف طرز انجراف التربة بفعل المياه تبعـــاً للشكل الذي تأخذه المياه أثناء وجودها فوق سطح الارض . ولتوضيح ذلك نفرض ان هناك هضبة حديثة ذات انحدار بسيط ، فاذا تعرضت هـذه الهضبة لفعل الامطار الساقطة فانه سيتغير شكلها الظاهري حتما. ففي البدء تملأ المياه مسام التربة وكذلك الشقوق والأخاديد ، واذا زادت كمية المياه عن ذلك فانها تبدأ بالحركة مبتعدة عن سطح الهضبة ، وأثناء سيرهـا تتجه نحو المناطق المنخفضة لتوجد في طريقها مجاري وأخاديد ضحلة ، لا تلبث ان تزداد عمقاً كلما زادت سرعة جريان هذه المياه . ويزداد الامر خطورة إذا كانت مع المياه الجارية فتات ترابية محمولة لانها أثناء تحركها تحتك مع قيعان المجاري المائية مما يؤدي الى تفتيت صخور هذه المجاري وبالتالي تزداد قابليتها للفقد. وفي الاراضي الزراعية تكون الصورة مماثلة للهضبة ، فان الامطـــار تجعل في الارض ما يشبه القنوات Channelzed وتبدأ صغيرة غير واضحة ، لكن لا تلبث ان تزداد عمقاً مكونة ما يشبه المجاري الكبيرة والتي تزداد اتساعاً كلما زاد الانحدار حيث تنضم المجاري الصغيرة لبعضها البعض . إذ يلاحظ في الاراضي المنتظمة الانحدار أن المياه تسير على شكل غطاء صفائحي Sheet بسرعة منتظمة ، فاذا زاد الانحدار زادت سرعة الجريان . اما إذا قلت سرعة الجريان نتيجة وصول هذه المياه الى سطح متسع فان قسماً من المواد المحمولة يرسب عند ذلك . ولقد أجرى Deacon تجربة لمعرفة احجام الحبيبات الترابية التي يمكن لسرعة جريان معينة حملها معه يمكن ان توضح بالجدول الآتي :

ســـرعة تيار الماء الجاري		الحبيبات التي يمكن للتيار أن يحملها
سم / ثا	كم / ساعة	
٧٫٥	٠٫٢٥	ينقل الطين الناعم بصعوبة
١٥	٠٫٥	ينقل الرمل الناعم
٢٠	٠٫٧٥	ينقل الرمل الخشن
٣٠	١٫١	ينقل الحصى الناعم
٦٠	٢٫٢	يحرك الحجارة المستديرة ذات قطر ١ بوصه
٩٠	٣٫٢٥	يحرك الحجارة حتى حجم البيض

وواضح أنه كلما زادت سرعة جريان الماء كلما زادت قدرته على حمل ونقل حبيبات ذات حجم كبير.
وعلى العموم يمكن ان تقسم انواع الانجراف المائي حسب تحركها في الارض الى ٤ انواع نوجز في الآتي :

١ - الانجراف بالماء المتناثر (طرطشة) Splach : - إذ تقوم قطرة المطر الساقطة بعد اصطدامها بالارض بانتزاع الحبيبات من تجمعات التربة ، فتحول التجمعات الكبيرة الى أصغر حجماً . ويزداد الامر خطورة ، كما بينا ، عندما تتجزأ قطرة المطر بعد اصطدامها بسطح الارض فتحمل معها الحبيبات المفردة وتساعدها على الانجراف بعيداً عن الارض . ويعتبر هذا النوع من الانجراف المائي من اكثر الانواع اهمية وخطورة .



شكل (٤٦)
انجراف التربة بطريقة الاخاديد نتيجة السيول وتكوين المجاري المائية في المنخفضات

٢ - الانجراف الصفائحي Sheet : وفيه يسيل الماء فوق سطح الارض على شكل غطاء مائي يكاد يكون متماثل السمك ، ويستدعي الانجراف الصفائحي أرضاً ناعمة منتظمة الانحدار التدريجي وليس بها قنوات سطحية .

ولقد وجد ان الانجراف بهذه الطريقة يكاد يكون متماثلا في السمك من كامل سطح الارض ،

ويكون بطيئاً عادة ولا يدرك بالعين المجردة بل يحتاج لقياسات محددة . ويحدث الانجراف الصفائحي عندما تكون سرعة سقوط المطر أعلى من قدرة الارض على النفاذية فيتراكم الماء على سطح الارض ثم يبدأ بالجريان نحو المناطق المنخفضة .

٣ ـ الانجراف بالاخاديد الصغيرة rills : عندما تسقط الامطار على ارض منتظمة الانحدار ومتدرجة فيه ، فأول ما يمتلىء بالماء الفجوات أو الاخاديد الصغيرة الموجودة في التربة ومع زيادة الماء يبدأ في الجريان ليفيض على جوانب هذه الفجوات والاخاديد مسبباً نحر هذه المجاري من أسفل وعلى الجانبين ، ثم تتجمع هذه الاخاديد الصغيرة في شكل أخاديد أكبر ولكنها غير عميقة Trenches أطلق عليها اسم rills . وتحدث هذه الطريقة من الانجراف عادة جنباً الى جنب مع الانجراف الصفائحي ولذلك يعرف باسم Sheet - rill erosion .

٤ ـ الانجراف الاخدودي Gully : ـ يلاحظ في الاراضي انه مهما كان الانحدار فيها منتظماً فلا بد من وجود بعض التباين فيه ، ولذلك فان الماء الموجود في الاخاديد الصغيرة يتجه نحو الانحدارات الاكبر ، وتزداد سرعة جريان الماء فيصبح كالسيل جارفاً معه حبيبات كبيرة الحجم واحجاراً ، ويزداد الامر خطورة عندما تصطدم المواد المحمولة بالاراضي والصخور فتكسرها من الاحتكاك الميكانيكي وتصبح الارض الجديدة اكثر قابلية للحمل مع الماء الجاري فتنقلها وتتلفها . ويلاحظ التلف احياناً فور الانتهاء من السيل .

ويحدث هذا عادة في أحد الحالات الآتية :

آ ـ النحر الناتج عن مساقط المياه Watershed .
ب ـ النحر الناتج عن القنوات الجارية Gullies
جـ ـ النحر الناتج عن الثلاجات عند انصهارها المفاجيء

ولقد اتفق على تقسيم الاخاديد gullies حسب حجمها الى الاقسام الآتية :

آ ـ صغيرة وهذه لا يزيد عمقها عن ١ م
ب ـ متوسطة وهذه يتراوح عمقها بين ١ ـ ٥ م .
حـ ـ كبيرة وهذه يزيد عمقها عن ٥ م .

طرق التغلب على الانجراف المائي

لما كان لانجراف التربة بفعل الماء يؤدي لخسارة كبيرة وجب العمل على المحافظة على التربة ومنعها من الانجراف وذلك لتوفير الماء الضائع ، وحفظ سطح الارض من الانجراف ، وحماية الاراضي

الواقعة في المنخفضات من تغطيتها بالمواد الساقطة من الاماكن المرتفعة ، والحيلولة دون اطماء السدود والخزانات وقنوات الري بالمواد المنقولة . أضف إلى ذلك المحافظة على المواد العضوية والمغذيات والاسمدة من الضياع .

من أجل كل ذلك يجب العمل على التدخل لحفظ التربة وعدم تعرضها للانجراف . ولقد حاول الزراع منذ القديم التدخل لملافاة ذلك ، كما يجب عليهم اليوم حماية أراضيهم ، ولقد جملت النظريات الاساسية في حفظ التربة بالنقاط الاربعة التالية :

١ - منع سطح الارض من التعرض المباشر لقطرات المطر الساقطة .

٢ - الحيلولة دون تجمع الماء وجريانه نحو المنحدرات فتزداد قدرته على حفر الاخاديد .

٣ - تقليل سرعة حركة الماء الجاري على المنحدرات فتقل قدرته على حمل التربة .

٤ - تشجيع حركة الماء الى داخل التربة في القطاع الارضي بدلاً من جريانه على السطح .

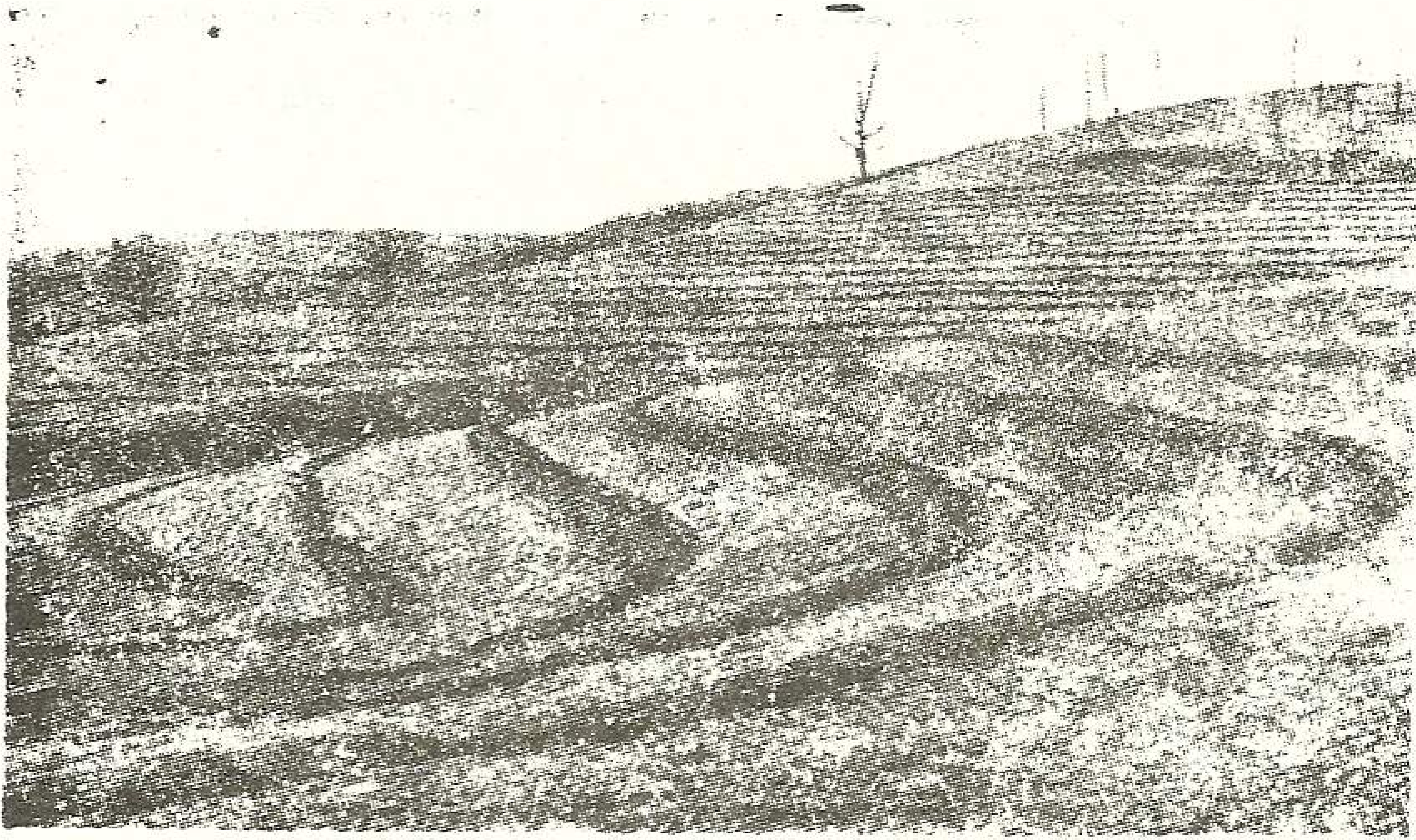
واستناداً الى هذه النقاط وضعت عدة طرق لحفظ الارض يمكن ان نوجزها بالتالي :

١ - الغطاء النباتي : يقوم الغطاء النباتي بمنع التلامس المباشر بين قطارات المطر وسطح الارض فيقل الفعل الميكانيكي للقطرات الساقطة . وتختار عادة النباتات المتشابكة كثيفة النمو الخضري كالاعشاب الطويلة أو القصيرة ، أو محاصيل الحقل العادية بحيث لا تكون من النوع ذات الاوراق المتباعدة كالقطن والذرة بل متشابكة لتؤدي الغرض المطلوب منها .

وإذا تعذر في الاراضي الزراعية وجود محصول في الارض في موسم الامطار فيمكن المحافظة على التربة بابقاء بقايا حصاد المحصول السابق لأنه سيخفف من تلامس التربة بقطرات الماء . وفي أراضي المراعي ينظم الرعي بحيث تبقى الاعشاب الطويلة مغطية المنحدرات إلى ما بعد موسم الامطار وذلك لحماية الارض ، كما ان الارض يجب ألا ترعى كل عام في المراعي الطبيعية بل تنظم بحيث يحافظ على المرعى من التدهور والانقراض فيتعرض سطح التربة الى الانجراف ، كما حدث في كثير من أراضي البادية السورية .

٢ - عمليات الخدمة : ويقصد به حراثة الارض ، إذ وجد أن الحراثة الكونتورية Contour tillage تقلل من الجريان السطحي الماء بل توجهه نحو الخطوط قبل ان يتحرك لأسفل نحو المنحدرات ، وبالتالي تزداد الكمية الداخلة في باطن الارض مما يقلل من الانجراف ، ويقصد بالحراثة الكونتورية هو أن تجري الحراثة مع خطوط التسوية أي بشكل افقي عمودي على انحدار الارض ، ومن الخطأ الشديد حراثة الارض بشكل يتمشى مع اتجاه الانحدار لأن هذا سيسرع من جريان الماء في المنحدرات وبالتالي تزداد قدرته على جرف التربة من الاخاديد .

ولقد وجد أن طريقة الحراثة الكونتورية تعتبر مفيدة اذا كان الانحدار قليلاً وبسيطاً ، أما إذا كان الانحدار كبيراً نوعاً فان الخطوط الافقية الناتجة عن الحراثة تعتبر غير كافية . وفي هذه الحالة يلجأ بعض المزارعين الى علاج ذلك باتباع أسلوب الزراعة في شرائح Strip Cropping إذ يقسم المنحدر الى



شكل (٤٧)

حفظ الارض بطريقة الحراثة الكونتورية

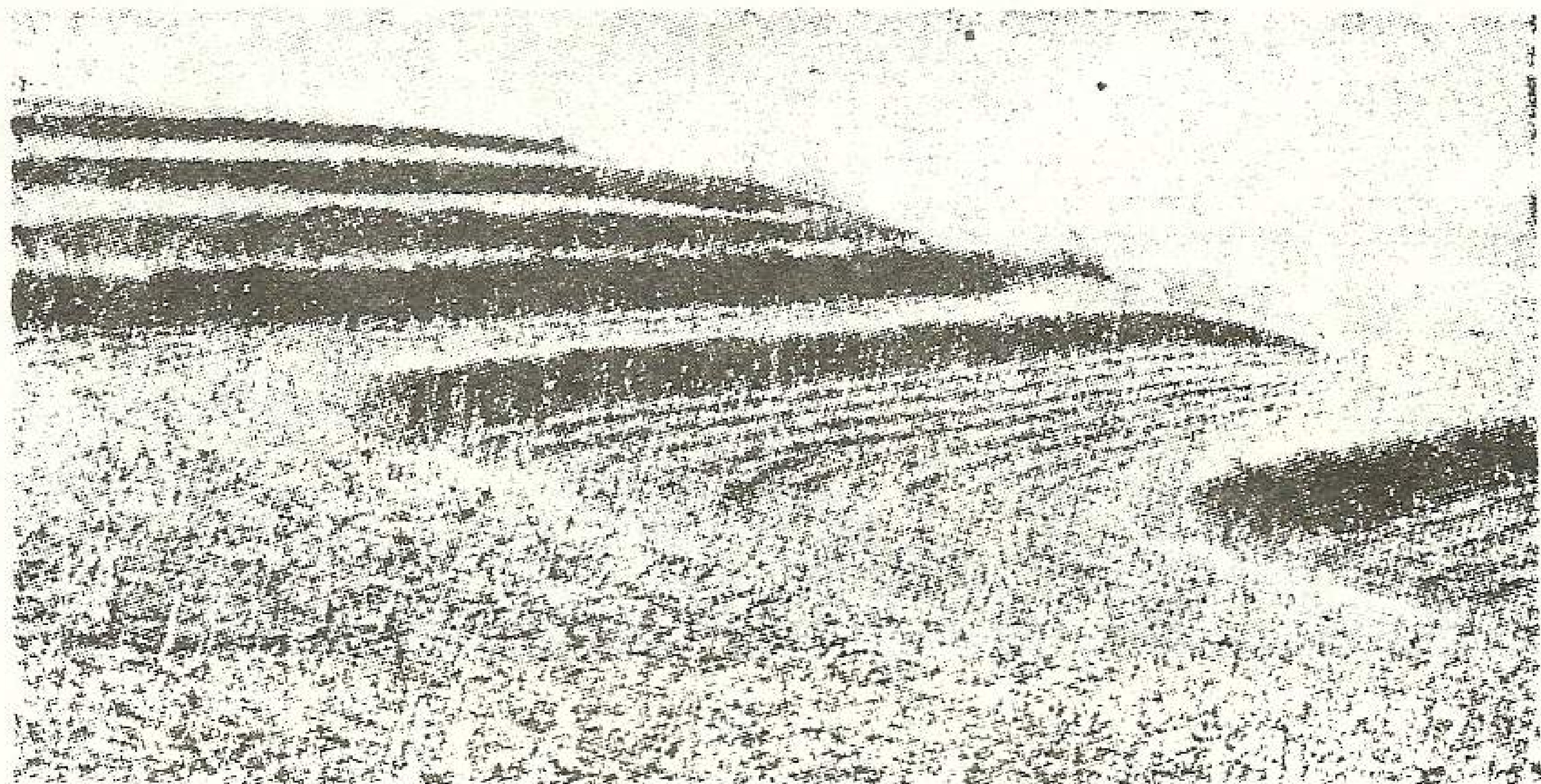
شرائح افقية أي في اتجاه خطوط التسوية ، هذه الشرائح الافقية تزرع بالمحاصيل بطريقة التبادل حيث تزرع شريحة بالمحصول المخصص وتترك الشريحة التالية مغطاة بحشائش واعشاب كمراعي طبيعية وهكذا بالتبادل حتى يتغطى كامل المنحدر ، والفكرة من ذلك ان مياه الامطار الساقطة على المنحدر الشديد ستجرف معها من الشريحة المزرعة بالمحصول بعض الطين والسلت ، وعند مرور هذه المياه في الشريحة التالية (المغطاة بالمراعي أو ما شابه ذلك) تقل سرعة جريان الماء وبالتالي ترسب المواد المحمولة من الشريحة السابقة . ولقد وجد أن عرض الشرائح المتروكة بالمراعي يتوقف بالدرجة الرئيسية على مقدار انحدار الارض فكلما زادت درجة الانحدار يجب زيادة عرض الشريحة المتروكة وذلك لأنه بزيادة الانحدار تزداد القدرة على الانجراف ، وبالتالي لتلافي ذلك يجب زيادة عرض الشريحة المتروكة للرعي . وتشير الدراسات الى أن الحد الادنى الملائم لكل انحدار كي يتخلص من المواد العالقة بالماء الجاري يمكن توضيحه بالجدول الآتي :

الانحدار (٪)	عرض الشريحة المتروكة للرعي (م)
٠،٠ - ٣	٧،٢٠
٣ - ٦	١٠،٨
اكبر من ٦	١٤،٤ - ١٨،٠

والجدير بالذكر أن شرائح الرعي الواقعة في أعلى المنحدر تكون اكثر فعالية من الشرائح الواقعة في أسفله ، وذلك لزيادة سرعة جريان الماء عند انتقاله من أعلى الى اسفل حيث تتسارع المياه ، وكذلك لزيادة كمية المياه في اسفل المنحدر عن اعلاه .

أما عرض الشرائح التي تترك لزراعة المحاصيل فتتوقف أيضاً على انحدار الارض : والجدول الآتي يوضح أقصى عرض لشرائح الزراعة عند انحدار معين :

الانحدار (٪)	العرض الاقصى لشرائح الزراعة (م)
٠،٠ - ١	٤٣،٢
١ - ٣	٢٨،٨ - ٣٢،٤
٣ - ٦	٢١،٦
> ٦	١٤،٤ - ١٨،٠

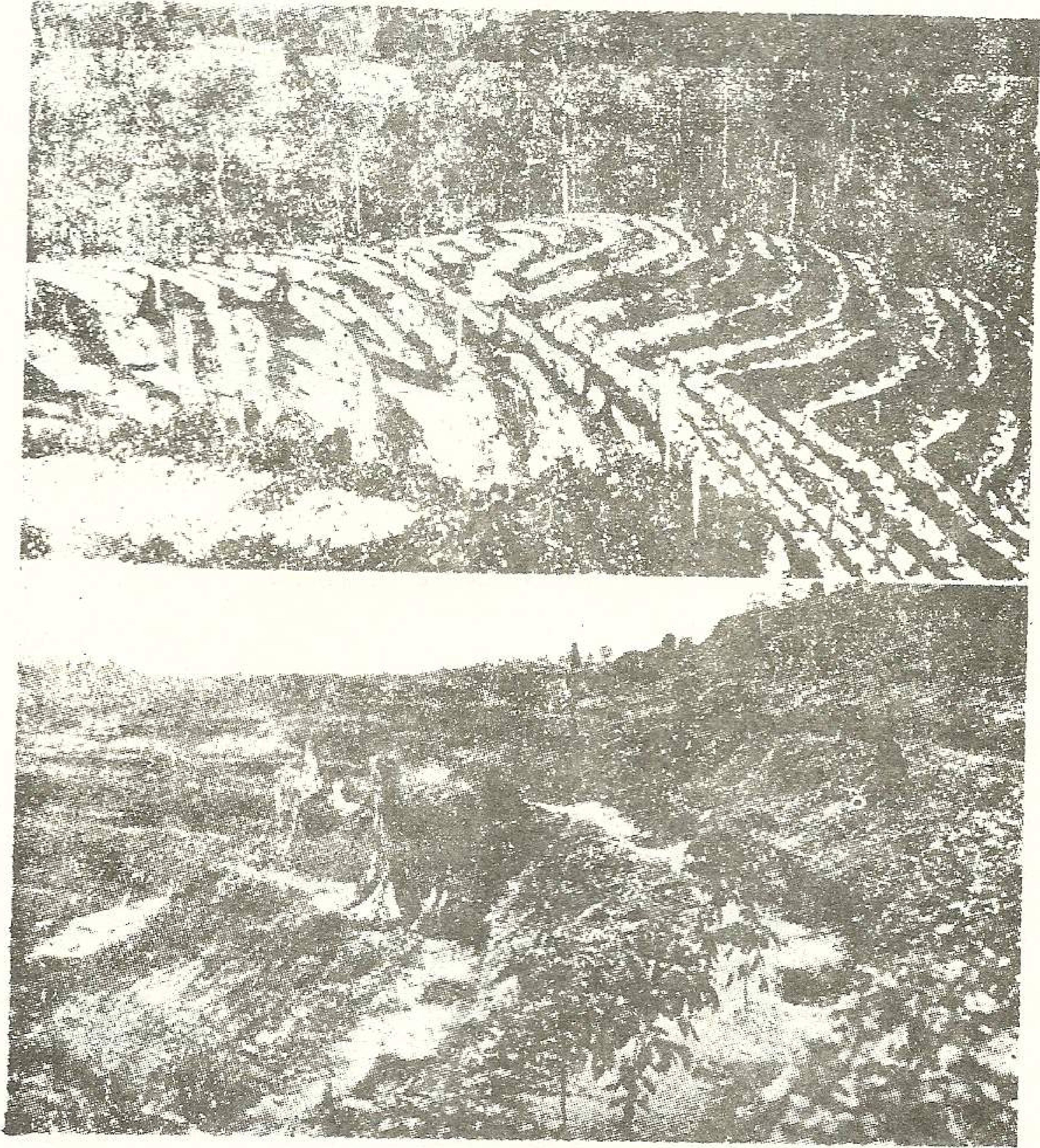


شكل (٤٨)

حفظ الارض بطريقة المساطب حيث ميل الارض ٢٠٪

٣ ـ إقامة المساطب (الشرفات) : ـ وتستخدم عادة في الاراضي شديدة الانحدار حيث لا تجدي الحراثة الكونتورية أو طريقة الشرائح في حفظ الارض من الانجراف . والغرض من إقامة المساطب هو تقليل الانحدار فتزداد قابلية الماء للنفوذ داخل التربة وبالتالي تقل قدرة الماء على جرف التربة من على المنحدرات . ويوجد في العالم اشكال عدة للمساطب لعل من اشهرها الشكلين التاليين :

آ ـ مساطب مستوية (وتسمى سلمية) : وقد أقيمت منذ قديم الزمان ، وتصبح الارض مدرجة بما يشبه السلم ، حيث تقام حواجز حجرية أو ترابية في اتجاه أفقي وتسوى الارض بعد ذلك بشكل مستوي وأفقي تقريباً ، وللمحافظة على الحواجز الترابية من أن تنجرف مع مياه الامطار تقوى بزراعتها

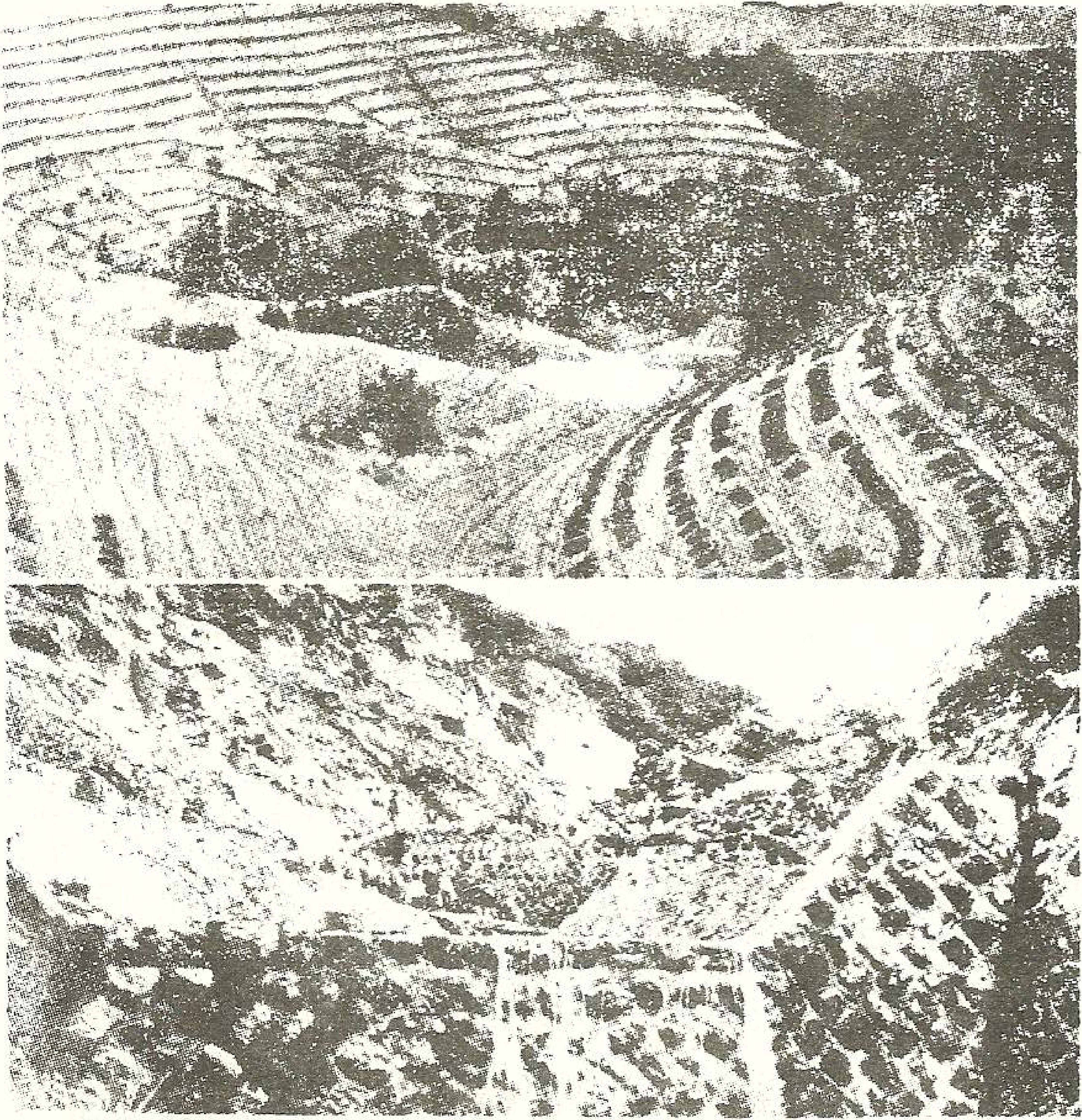


شكل (٤٩)

حفظ التربة بطريقة المساطب . العليا مثبت جوانب المسطبة بالحجارة والسفلى بنباتات دائمة

باعشاب متماسكة كثيفة . والمساطب المستوية مفيدة في المنـــاطق نصف الجافة والجافة حيث تتيح الفرصة لجميع الماء بالرشح داخل التربـــة دون ان يجري على السطح ، وهذا هام في مثل هـــذه المناطق نظراً لندرة الماء .

ب - مساطب منحدرة (مائلة) : وتشبه المساطب المستوية إلا ان بها ميلاً بسيطاً . وتعتبر هذه المساطب جيدة في المناطق المطيرة ، حيث أن هذا الميل البسيط يمنع تراكم المياه الكثيرة في الارض فتعيق



شكل (٥٠)

العليا - حفظ الارض بطريقة المساطب . السفلى - الاستفادة من مجاري المياه بعمل خزانات صغيرة

الحراثة وكذلك تقل التهوية ، وبالتالي فان الماء الساقط ينصرف من الارض دون ان تكون له فرصة جرف المواد الترابية منها .

والامر الهام في طريقة المساطب هو كيفية التخلص من المياه الزائدة ، ويعمد البعض إلى اقامة

أقنية لصرف الماء خصوصاً في المناطق الرطبة أو في التربة ذات النفاذية القليلة ، وتكون القناة في الجهة المقابلة للحاجز أي في قاعدة المسطبة حيث تتلقى الماء الفائض من المسطبة التي تعلوها وتتصل القنوات الافقية للمساطب المختلفة في مجرى ينشأ خصيصاً لذلك للتخلص من الماء الفائض خارج المنحدر . وعادة تقوى القنوات ببعض الاعشاب الكثيفة والمتماسكة للحيلولة دون ان تنجرف وتتهدم حواف هذه الاقنية .

ويتوقف عرض المسطبة على درجة الانحدار فتكون متقاربة في الارض المنحدرة ، وعلى العكس في الارض ضعيفة الانحدار .

٤ـ السدود والخزانات الصغيرة Barriers : إذا فرضنا أن كمية من الامطار هطلت خلال زخة واحدة بمعدل ١٠٠ مم فان هذا يعادل حجماً قدره ١٠٠٠م٣ ماء للهكتار فاذا تصورنا ان الارض شديدة الانحدار معنى ذلك ان غالبية هذا الماء سيسيل على سطح الارض متوجهاً نحو مجاري مائية ضيقة مما يزيد كثيراً من فعل الاخاديد الموجودة في الارض فيزداد الانجراف وتتعمق هذه الأخاديد وتتسع . ومن الممكن الحد من أثر هذه الاخاديد إذا زرعت بأعشاب كثيفة أو بأشجار متقاربة وذلك للحد من سرعة جريان هذا الماء . والافضل منه اذا كانت طبيعة التربة تسمح بذلك إقامة سدود صغيرة ترابية او خرسانية او حجرية ، حيث تترسب معظم المواد المنقولة مع المياه أمام السد . وإقامة هذه السدود هام جداً خصوصاً في المناطق الجافة ونصف الجافة حيث أنه فضلا من حفظ الارض من الفقد بالانجراف فانها تتيح الفرصة للاستفادة من مياه الامطار بعد خزنها . ومشكلة هذه السدود أن تكاليفها قد تكون أعلى من المردود المتوقع منها ، وفي هذه الحالة تكون غير اقتصادية .

العوامل المؤثرة في الانجراف الهوائي

يعجز الهواء عن تعرية الارض المبتلة أو المنداة بالرطوبة ، أي على عكس الماء ، كما يعجز كل من الماء والهواء عن تعرية الارض المغطاة بالنباتات . أي ان الاراضي المبللة أو المغطاة بالنباتات لا تذروها الرياح . إلا ان هذه الرطوبة ستفقد من الارض بالتبخر ، وتزداد سرعة الفقد كلما كانت الرياح جافة وساخنة .

ويتأثر سفي التربة بفعل الرياح بعدة عوامل يمكن ان توجز بالتالي :

١ ـ حالة الرطوبة في سطح التربة : فعندما تنخفض نسبة الرطوبة في التربة الى ما دون معامل الذبول يبدأ تأثير الرياح في سفي التربة عند ذلك .

٢ ـ سرعة الرياح : إذ كلما زادت سرعة الرياح كلما زادت قابليتها لالتقاط الحبيبات من التربة وحملها بعيداً . كذلك فان لاضطراب حركة الرياح دوراً هاماً في سفي التربة ، إذ يبدو ان حركة الرياح لا تكون في مسار منتظم بل يتغير كثيراً ، وبالتالي تهبط الحبيبات المحمولة بالهواء الى سطح الارض لتصدم حبيبات أخرى وتفككها وتجعلها قابلة للحمل ايضاً .

٣ ـ حالة سطح الارض : تكون الرياح عديمة الفعالية إذا كانت الارض مغطاة بالنباتات الكثيفة. ويقل مفعول الرياح كثيراً إذ غطيت الارض ببقايا النباتات أو ما شابه ذلك. ويمكن ايضاً الاقلال من تأثير الرياح بالمحافظة على سطح الارض في صورة خشنة ، ويمكن الوصول الى ذلك باتباع وسائل الخدمة الملائمة التي تترك كتلاً كبيرة في الارض.

٤ ـ خصائص الارض : ويقصد بها الخواص الفيزيائية ذات العلاقة بالانجراف الهوائي مثل وجود قشرة ارضية على السطح تعوق انتقال الحبيبات بفعل الرياح وقد نصل لمثل هذه القشرة بعد ابتلال الارض ثم جفافها . كذلك وجود التجمعات البنائية الثابتة ، ثم حجم الحبيبات الارضية ، ولقد وجد ان أكثر الحبيبات قابلية للانجراف الهوائي هي التي تبلغ أقطارهـا حوالي ٠،١ مم ، بينما تقل قدرة الحبيبات على الانجراف اذا كانت اكبر او اصغر من ذلك.

انواع الانجراف الهوائي :

تفقد بعض المواد من التربة بتأثير الرياح وفقاً لعمليتين : فصل الحبيبات ثم نقلها . وتزداد قابلية الحبيبات للانفصال من التربة كلما كانت الرياح محملة بكمية كبيرة من الحبيبات الترابية ، إذ يؤدي اصطدام الحبيبات المحمولة والسريعة الحركة بتجمعات التربة الى فصل حبيبات أخرى تصبح بدورها قابلة للحركة.

ولقد وجد ان الحبيبات المنقولة تتحرك وتنتقل بواحد من الاشكال الآتية :

١ ـ الوثب (القفز) Saltation : تتحرك الرياح الى الامام ليس بشكل خط مستقيم بل في اتجاه مغزلي الشكل Spinning مشابهاً لحد كبير شكل القمع ، وعادة تكون حركة الرياح على صورة نفحات قوية مفاجئة ومتتالية . وتسلك الحبيبة المنقولة بالرياح المغزلية الحركة سلوكاً أشبه ما يكون بالوثب أثناء انتقالها ، حيث ترتفع الحبيبة الى أعلى نتيجة نفحة هوائية قوية ثم تسقط على الارض لترتفع ثانية بعمود هواء جديد مغزلي الشكل ناتجاً عن نفحة جديدة تهب ثانية ، وهكذا تتكرر هذه الظاهرة باستمرار.

ولقد وجد أن الارتفاع الذي تصل اليه الحبيبة المنقولة ، والمساحة التي تقطعها في القفزة الواحدة تتوقف على مقدار الحركة المغزلية التي تتعرض لها الحبيبة وكذلك على قوة الرياح ، ولقد وجد ان الحبيبة ترتفع الى حوالي ٣٠ سم فقط إلا ما ندر ، وأنهـا تتحرك في المتوسط ٢٠٠ — ١٠٠٠ مرة في الثانية الواحدة.

وسقوط الحبيبة مغزلية الحركة يؤدي الى زيادة تأثيرها في التربة من حيث انتزاع حبيبات متماسكة في تجمعات التربة ، والحركة الدورانية التي تسير بها الرياح احياناً تؤدي الى نزع هذه الحبيبات من التربة ونقلها بعيداً عن سطح الارض.

٢ ـ الزحف Creep : قد يعجز تيار الهواء من رفع حبيبة التربة إما لضعف الرياح او لكبر

حجم الحبيبة فـــتزحف الحبيبات على سطح الارض متحركة للامام ، وقد تصدم حبيبات اخرى تدفعها وتؤثر بها .

ولقد وجد أن الرياح تعجز عن حمل الحبيبات اذا قلت سرعتها عن ١٣ - ١٤ كم في الساعة في الطبقة الملامسة لسطح التربة .

٣ - النقل على شكل معلق Suspension : حيث تتحرك حبيبات التربة من حجم الرمل الناعم او أقل صاعدة في الهواء على شكل معلق فيه ، وتبقى عادة معلقة في الهواء متنقلة فيه ولا تعود الى الارض الا اذا سكنت الرياح أو هطلت الامطار .

ويعتبر فقد التربة بفعل الرياح خسارة كبيرة للارض نظراً لفقد المغذيات منها بالدرجة الرئيسية .

طرق التغلب على الانجراف الهوائي :

تتعرض الارض العارية لفعل الرياح وفي ذلك خسارة كبيرة ، ويمكن الحد من ذلك باتباع عدة وسائل توضح بالتالي :

١ - اقامة الموانع والاسيجة : والغرض من ذلك تقليل سرعة الرياح قرب سطح الارض ، ومن الضروري أن تكون مصدات الرياح متجاورة ومتلاصقة لمنع الهواء من المرور بينها ، ويقترح ان تختار مصدات الرياح من الاشجار الطويلة ، اذ تقدر المسافة بين شريطين من مصدات الرياح بخمسة أمثال ارتفاع السياج نفسه في المتوسط .

٢ - الزراعة والمخلفات النباتية : ان وجود غطاء نباتي في الارض يحميها من فعل الرياح . فاذا كانت الارض واقعة في منطقة معرضة للرياح تختار دورة زراعية بحيث تكون الارض مغطاة بالنباتات في موسم هبوب الرياح ، أو قد يتبع نظام تحميل المحاصيل مثلاً . واذا تعذر ذلك فيمكن الابقاء على مخلفات المحصول السابق لحماية سطح الارض من التأثر بفعل الرياح .

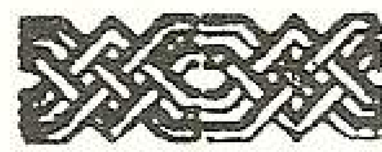
٣ - عمليات الخدمة : لوحظ ان الاراضي الطينية ثقيلة القوام لا تتعرض لفعل الانجراف بالرياح ، بينما تتعرض الاراضي الرملية ضعيفة البناء الى الانجراف الشديد ، ولذلك يقترح ألا تقام عمليات مجهدة في الاراضي الرملية كحرث الارض بشدة وتزحيفها ، بل يستحسن دائماً في مناطق هبوب الرياح المحافظة على التربة اتباع وسائل الخدمة التي تجعل البناء متكتلاً لاعاقة فعل الرياح في جرف التربة .

ويمكن عند زراعة القمح او غيره من المحاصيل المشابهة في مناطق تتعرض لفعل الرياح ان تستخدم البذارة وأمامها المحراث القرصي ، حيث تحرث الارض ويوضع البذار مباشرة ، وبذلك تقوم البادرات بدور الغطاء النباتي الملائم خلال فترة قريبة .

كذلك فان استخدام طريقة الخطوط في الزراعة في مناطق التأثر بالرياح أفضل من غيرها من الطـــرق ، ويشترط هنا أن يكون اتجاه التخطيط متعامداً مع الاتجاه الطبيعي لهبوب الرياح ، حيث تقوم الخطوط بالحد من الاثر الـكانس للرياح في التربة .

٤ ـ حفظ الرطوبة : ان عمليات حفظ الرطوبة في الارض خصوصاً في الطبقة السطحية ، من النقاط الهامة التي تحد من أثر الرياح في جرف التربة . ولقد وجد أن الارض البور تتعرض لفعل السفي بالرياح بقوة خصوصاً اذا كانت رملية .

وختاماً يمكن القول ان عمليات التعرية بالرياح يمكن ان تحدث حتى في الاراضي الطينية او السلتية ، واذا لم تتدارك بعوامل تحد من تأثير الانجراف بالرياح فان خسارة مستمرة في سطح التربة تأخذ دورها مع فقد المغذيات اللازمة للنباتات .



الباب الخامس

خصوبة الاراضي والاسمدة

ويشمـــل :

الفصل الاول : خصوبة الاراضي وتغذية النبات

الفصل الثاني : الاسمدة والتسميد

الفصل الأول

خصوبة الاراضي وتغذية النبات

يتوقف نجاح أي عملية زراعية على نمو المحصول الناتج ويعرف النمو بأنه المجموع الكلي لتقدم النبات ككل ، ويمكن التعبير عن ذلك بالوزن الجاف او الارتفاع او العرض او قطر النبات او أي جزء منه ، كما يمكن التعبير عنه بالمحصول ممثلا للانتاج ..

والعوامل التي تؤثر على النمو تقسم الى قسمين : عوامل بيئية وهي تجمع الظروف الخارجية التي تؤثر في حياة وتقدم النبات وهي : الرطوبة ، والحرارة ، والحالة الغازية في الارض والجو ، وعوامل بيولوجية ، وامداد العناصر الغذائية المعدنية . والقسم الثاني : عوامل وراثية تؤثر في نمو النبات كاستعمال سلالات جيدة أو أصناف جديدة ذات صفات ثابتة ، وهذه لا تعنينا بقدر العوامل البيئية .

وخصوبة الاراضي اصطلاح يشير الى محتوياتها من عناصر غذاء النبات التي ستصبح قابلة للاستفادة خلال موسم النمو ، وهي احد العوامل التي تؤثر في الانتاج . وانتاج الارض يشير حقيقة الى قدرة الارض على انتاج المحصول ، ولذا يمكن القول بأن انتاج الارض يرتبط بخصوبتها عند وجود العوامل الاخرى في المستوى الملائم ، أما إذا كان هناك عامل آخر او اكثر من عوامل الانتاج تؤثر مع خصوبة الارض،فان الانتاج في هذه الحالة لايرتبط بالخصوبة فقط ، بل بغيرها من العوامل بالاضافة الى الخصوبة، أي ان الارض الخصبة لا يلزم ان تكون منتجة ، بينما الارض المنتجة يجب ان تكون خصبة.

العناصر الاساسية فى غذاء النبات :

تحتاج النباتات الخضراء في تغذيتها الى خمسة عشر عنصراً غذائياً تقسم الى مجموعتين :

عناصر تحتاجها النباتات بنسبة كبيرة وهي : الكربون والايدروجين والاكسجين والآزوت والفوسفور

والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والحديد ، وتعرف باسم العناصر الكبرى Macro elements. وعناصر تحتاجها النباتات بنسبة صغيرة وهي المنجنيز والبورون والزنك والنحاس والمولبدنيوم ، وتعرف باسم العناصر القليلة او الصغرى Micro elements كما يطلق عليها اسم العناصر النادرة Trace elements .

وتحتوي النباتات الخضراء على الصوديوم واليـــود وهي ضرورية للحيـــوان وليست ضرورية للنباتات . ويوجد السليكون والالومنيوم في النباتات ولكن وظائفهما غير معروفة .

ويعتبر العنصر الغذائي اساسياً للنبات اذا تسبب عن نقصه عدم امكان النبات استكمال نموه الخضري او الثمري او بمعنى آخر دورة حياته ، ولا يمكن تدارك اعراض نقصه الا بامداد من هذا العنصر .

وللحكم على ضرورة عنصر للنباتات يجب ان يكون لهذا العنصر واحد او اكثر او جميـــع الخصائص التالية :

١ ـ يدخل العنصر في تركيب مادة تبلغ نسبة جيدة في عدد كبير من النباتات .

٢ ـ يساعد العنصر في تكوين مادة معينة ، دون ان يدخل في تركيبها وذلك في عدد كبير من النبـــاتات .

٣ ـ يساعد العنصر في قيام النبات بعملية او اكثر من العمليات الحيوية المختلفة في عدد كبير من النباتات .

٤ ـ يؤدي غياب العنصر من الوسط المغذي أو قلة كميته الى ظهور اعراض النمو غير الطبيعية او الى خلل في العمليات الحيوية .

٥ ـ لا يمكن استبدال هذا العنصر استبدالا كلياً بعنصر آخر كي يقوم بوظيفة العنصر الاول في عدد كبير من النباتات . فالصوديوم مثلا قد يستطيع ان يحل محل جزء من البوتاسيوم اللازم للنمو الا ان استبدال البوتاسيوم كلية بالصوديوم يؤدي الى موت النبـــات وبذلك لا يمكن اعتبار الصوديوم عنصر مغذي ضروري .

ويمكن تقسيم العناصر من حيث احتياج النبات اليها الى المجموعات الآتية :

آ ـ عناصر تدخل في تركيب المواد العضوية مثل الكربوهيدات والبروتينات والكلوروفيل وغيرها ، وهي عناصر لازمة لا يمكن ان تتكون الخلايا والانسجة في غير وجودها . وتضم هذه المجموعة من العناصر : الكربون والاكسجين والايدروجين والآزوت والفوسفور والكبريت والمغنيسيوم .

ب ـ عناصر لا تدخل في تركيب المواد العضوية ولكنها لازمة لاتمام العمليات الحيوية ، ويحتاج النبات اليها بكميات كبيرة نسبياً ، ويتوقف المحصول الناتج من النبـــات على مدى توفرها في الارض ، ويتناسب طردياً مع مقدارها الى حد معين مثل البوتاسيوم .

ج ـ عناصر تعمل كعوامل مساعدة للتفاعلات الكيماوية التي تدور في خلايا النبات كتفاعلات التمثيل والهدم فيه . وتضم هذه المجموعة عناصر الحديد والمنجنيز والموليبدنيوم .

د ـ عناصر تعمل متعاونة او متممة لوظائف عناصر اخرى كما يتعاون الصوديوم مع البوتاسيوم ، والكالسيوم مع المغنيسيوم .

هـ ـ عناصر ليس لها اهمية عامة لجميع النباتات . ولكنها قد تكون ضرورية لبعض النباتات مثل الكلور والصوديوم .

و ـ عناصر الفصيلة الصغرى Trace or micro elements وهذه لها علاقة بصحة النبات وتؤثر في نموه ومحصوله ، كما تؤثر عليه من ناحية مقاومته لبعض الامراض ، وتضم البورون والنحاس والزنك .

ز ـ عناصر توجد في النباتات بصفة عامة ولا يعرف لها تأثير معين وهي السليكون والالومنيوم .

العناصر الغذائية في التربة :

تحصل النباتات على معظم الكربون والأكسجين اللازمين لها عن طريق الهواء الجوي مباشرة وذلك أثناء القيام بعملية التمثيل الضوئي ، كما تحصل على الهيدروجين من المـاء وذلك بصورة مباشرة أو غير مباشرة ، أما بقية العناصر فان النباتات تأخذ حاجتها منها من التربة .

ولقد وجد ان العناصر الكبرى تؤثر كمياتها في التربة على نمو النبات ، فاذا كانت الكمية الـتي يمتصها النبات من هذه العناصر قليلة لا تفي بمتطلباته ، كأن تكون كميتها في التربة قليلة ، أو تمد النبات ببطء شديد او كانت كمياتها غير متوازنة مع العناصر الاخرى ، فان النبات سيعاني نقصاً في النمو وضعفاً في الانتاج عند ذلك . وتعتبر عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم من العناصر التي تحتاجهـا النباتات بكميات كبيرة لا تتوفر في التربة عادة ، ولذلك تقدم للتربة باضافتها على صورة أسمدة كيماوية او عضوية . أما بقية العناصر الكبرى فانها في العادة توجد بكميات كافية لحاجة النبات إلا في الحالات الخاصة، وعندئذ تضاف للتربة بأشكال متعددة . فالكالسيوم مثلا قـد تظهر اعراض نقصه في الاراضي شديدة الحامضية وعند ذلك يضاف على شكل جير او صخر دولوميت ، والكبريت يضاف للتربة عن طريق الاسمدة العضوية أو السوبرفوسفات او سلفات الامونيوم .

أما العناصر الصغرى او النادرة فهي لا تقل اهمية عن العناصر الكبرى ، ورغم ان الكميات التي يأخذها النبات من هذه العناصر قليلة نسبياً إلا انها ذات اهمية في انتاج المحاصيل . وفي العـادة فان الاراضي تحوي هذه العناصر بكميات كافية للنباتات . الا ان الامتصاص المستمر من هـذه العناصر قـد يجعل المحتوى الترابي منها قليلا . واكثر ما يكون نقص العناصر النادرة وضوحـاً في الاراضي الرملية والاراضي العضوية وكذلك الاراضي شديدة القاعدية حيث تكون هذه العناصر في اشكال غير قابلة للافادة

النبات منها . والجدير بالذكر أنه عند رفع تركيز العناصر الصغرى في التربة نتيجة الظروف الحامضية مثلا فان هذه التركيزات العالية تصبح سامة للنبات وقد تميته .

أما عن الصور التي توجد عليها العناصر في التربة ، فانهـــا في العادة تكون في احدى حالتين : مركبات معقدة لا تستطيع النباتات الاستفادة منها نظراً لعدم او قلة ذوبانها في المحلول الارضي ، ومركبات بسيطة تكون في العادة قابلة للذوبان في المحلول وبالتالي تمتصها النباتات . ومن الضروري ان تتحول الاشكال المعقدة لبعض العناصر الى صور بسيطة كي تستفيد النباتات من عناصرها ويتم التحول من الشكل المعقد الى البسيط نتيجة للعمليات الكيميائية الحيوية ، واحياناً في الظروف غير الملائمة قد تتحول العناصر من الاشكال البسيطة الى صور معقـــدة كما في تحول آزوت النترات الى بروتينات عضوية في اجسام خلايا الكائنات الحية الدقيقة في الظروف التي يكون المحتوى الآزوتي في المادة العضوية غير المتحللة قليـــلا ، وكذلك تتحول فوسفات أحادي الكالسيوم في السوبرفوسفات الى فوسفات ثنائي وثلاثي الكالسيوم نتيجـة تفاعلها مع مركبات الكالسيوم في التربة .

ولقد اوضحنا في الفصل الثاني من الباب الاول مصادر العناصر الغذائية في التربة ويمكن الرجوع اليها . والواقع ان معرفة الكمية الكليـة للعنصر الغذائي في التربة لا تعتبر دليلا على معرفة الكمية التي سيأخذها النبات منها ، لأنه غالباً ما يكون العنصر في صورة غير قابلة للافادة من قبل النبات بل لا بد من معرفة كمية العنصر القابلة للاستفادة من قبل النبات في التربة الموجودة فعلا ، او التي ستصبح قابلة للاستفادة اثناء نمو النبات .

ويمكن للنبات ان يمتص بعض العناصر في صورة كاتيونات ، والبعض الآخر في صورة انيونات وقد تمتص في صورة جزيئات كامـــلة . فالآزوت في صورة امونيوم احياناً ، والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والنحاس والحديد (حديدوز وقليلا حديديك) والمنجنيز (في صورة منجنوز) والزنك كلها تمتص في صورة كاتيونات ، كما ان الآزوت يمتص في صورة نترات . والفوسفور على صورة فوسفات ، والكبريت في صورة كبريتات ، والبورون في صورة بورات ، والموليبدنيوم في صورة موليبدات ، اما العناصر التي يمتصها النبات في صورة جزيئات فهي الكربون في صورة غاز الفحم CO_2 ، والاكسجين والهيدروجين من الماء ، وبعض الآزوت في صورة احماض امينية او اميدات بسيطة .

العوامل المحددة لامتصاص العناصر الغذائية:

تتوقف عملية امتصاص العناصر الغذائية على العوامل الآتية :

١ - يجب ان تكون الأملاح المحتوية على العنصر ذائبة في تركيز مخفف جداً حتى يستطيع النبات

متصاصها . ويشترط ان يكون التركيز اقل من الضغط الاسموزي للخلايا النباتية في المجموع الجذري ، الا تسبب عن زيادة التركيز ضرر كبير قد يصل الى قتل الخلايا الحية نتيجة للبلزمة .

٢ ـ يجب ان تكون العناصر بنسب متوافقة لبعضها البعض ، فلو كانت النسبة من الآزوت الممتص الى البوتاسيوم عالية مثلا فان اعراض نقص البوتاسيوم تظهر على النباتات . كما ان وجود بعض العناصر بنسبة عالية يقلل امتصاص البعض الآخر ، كما يقلل الكالسيوم امتصاص البوتاسيوم والعكس بالعكس . وتسمى هذه الظاهرة بالتضاد Antagonism .

٣ ـ ان يكون تأثير التربة ملائماً لعملية الامتصاص ، وهذا يتوقف على عاملين :

آ ـ حساسية النبات للحموضة والقلوية . فالقمح يجود عند pH ٥ ـ ٧ ، والقطن بين ٦ و ٨٫٥ ، والشعير بين ٦٫٥ ـ ٧٫٥ ، والبرسيم بين ٦ و ٨ وهكذا .

ب ـ درجة ذوبان المركبات المحتوية على العناصر المختلفة ، فمثلا لا تكون الفوسفات قابلة للذوبان اذا انخفض رقم pH عن ٥ أو ٤ لتكوين فوسفات الحديد والالومنيوم وهما عديما الذوبان ، وكذلك لا تذوب اذا ارتفع pH الى ٨ او اكثر لتكوين فوسفات الكالسيوم الثلاثية .

٤ ـ لا بد من وجود الاكسجين في الوسط الذي ينمو فيه المجموع الجذري فاذا ملأ الماء جميع مسام التربة توقف نمو الجذر ، وربما مات بسبب نقص الأكسجين .

طرق امتصاص النبات للعناصر :

ان جذور النبات تأخذ ايونات العناصر الغذائية اللازمة لها من المحاليل التي تعيش فيها هذه الجذور وذلك بعدة طرق التالية :

١ ـ الانتشار البسيط Simple Diffusion : وفيه تنتشر الايونات انتشاراً حراً من المحلول المحيط بخلايا سطح الجذر الى الطبقة الخارجية من السيتوبلازم . هذه الطبقة الخارجية التي يتم فيها الانتشار البسيط تكون جزءاً محسوساً من حجم السيتوبلازم . وتستطيع الايونات المنتشرة عن طريق الانتشار العودة ثانية الى خارج الجذر وذلك اذا سحب جذر النبات من المحلول المغذي ووضع مباشرة في الماء المقطر . وهـذا يدل على ان الايونات في هذه الطبقة تكون في صورة حرة . ولذلك يعتبر جزء الخلية هذا وكأنه امتداد للمحلول المغذي المحيط بالجذر .

٢ ـ الامتصاص النشط (الحيوي) Active transport : ويتم انتقال الايونات بهذه الطريقة بواسطة جزيئات حاملة Carrier molecules توجد في سيتوبلازم الخلية . ويمكن لهذه الجزيئات الحاملة ان تمسك او تتحد بالايونات في منطقة ما قرب السطح الخارجي للخلية ثم تنتقل خلال السيتوبلازم في اتجاه الداخل نحو الفجوة العصارية ، حيث تنفصل الأيونات هناك نتيجة تفاعل كيماوي خاص .

وتتميز عملية الانتقال هذه بعدة نقاط هي :

آ ـ تلازم عملية الانتقال النشط عمليات التمثيل الحيوي داخل الخلايا .

ب ـ تتحول الايونات اثناء الانتقال الى صورة غير قابلة للتبادل .

جـ ـ انعملية الانتقال هذه عملية اختيارية Selective Process تستطيع الجذور فيها تفضيل نوع من الأيونات على غيره .

د ـ إن للايونات المنتقلة تأثير متبادل مع بعضها البعض Mutual Effect .

٣ ـ الامتصاص التبادلي Exchange Absorption : وتفرضهذه النظرية أن سطوح جذور النباتات هي سطوح فعالة نشطة لها خاصية تبادل القواعد . وهذه القواعد بعد دخولها بهذه الطريقة لا يمكنها الرجوع ثانية الى الوسط المحيط ، ولو نقلت الجذور الى وسط من الماء المقطر مثلا . إلا ان هذه الكاتيونات تستطيع ان تتبادل مع كاتيونات أخرى إذا ما اضيفت الى الماء المقطر .

وتستطيع جذور النباتات ان تبادل الأنيونات أيضاً ، ولكن تبادل الانيونات ضئيل جداً إذا ما قورن بتبادل الكاتيونات على جذور النباتات .

٤ ـ الامتصاص التبادلي بالتماس (الملامسة) Contact Exchange Absorption ولقد وضعها العالم يني Jenny ومساعدوه . وتفرض هذه النظرية ان امتصاص الكاتيونات من المعلقات الغروية (او الارض الزراعية) لا تشترط وجود الكاتيون في المحلول الذي يعيش فيه الجذر ، بل يمكن ان يتم بالتلامس المباشر بين جذر النبات وحبيبات الطين الغروي . اد ان أغلب الكاتيونات الموجودة على سطح الجذر هي الأيدروجين ، بينما تكون حبيبات الطين الغروي مشبعة بالقواعد مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والامونيوم .. الخ . وعند تمام عملية التبادل تزيد مقادير هذه العناصر على سطح الجذر ، حيث تأخذ طريقها الى داخل الخلايا ، ومنها الى داخل الجذر .

ولقد لاقت هذه النظرية اعتراضات كثيرة ، وعمل عليها مؤخراً الدكتور مطر حيث استعمل الفوسفور المشع p^{32} وذكر ان قسماً من الفوسفور يدخل الى النبات عن طريق التلامس . ويعتقد ان امتصاص الكاتيونات يحدث بهذه الطريقة أيضاً بالاضافة الى باقي الطرق .

وتسود نظريات الامتصاص من المحلول عندما تكون الارض رملية نظراً لصغر سطح التبادل في الأرض .

العناصر وتأثيرها على نمو النبات

١ - الآزوت

حالة النتروجين في الارض :

يمتص الجزء الاكبر من هذا العنصر على صورة نترات وقليل على صورة امونيوم ، وتختزل كل من النترات والامونيوم بعد امتصاصها الى الصورة المختزلة (NH_2) ، حيث يرتبط النتروجين المختزل مع الاحماض الكربوكسيلية مكونا الاحماض الامينية ، وهذه تكون البروتين . كما ان الآزوت يدخل كمكون رئيسي في تكوين جزيء الكلوروفيل . ويتسبب عن الاضافات الكافية من العنصر زيادة النمو الخضري وتلون الاوراق بلون اخضر زاهي . كما يتسبب عنها اطالة فترة النمو الخضري وتأخير النمو الثمري لبعض المحاصيل ، وقد تتعرض النباتات للرقاد او الاصابة الحشرية . ويعزى اصفرار اجزاء النبات الى نقص العنصر . وفي حالات النقص الشديد تتلون الاوراق بلون بني وتموت . وتحتوي المتخلفات النباتية التي تعتبر المادة الخام التي تكون المادة العضوية في الاراضي ، على حوالي ٥٠ ٪ كربون واقل من ١ ٪ آزوت . وتحلل المادة العضوية وانطلاق النتروجين المعدني منها هو ما يعرف بالتحول الى الصورة المعدنية Mineralization والامونيا تعتبر ناتج عمليات التحلل التي تقوم بها الكائنات الدقيقة وتكون قابلة لاستفادة النبات او بعد تحويلها الى نترات . وتنتج الامونيا من الاحماض الأمينية والمركبات الاميدية .

وعملية تحول المادة العضوية الى احماض امينية عن طريق الكائنات الدقيقة تعرف Amminization ويلي ذلك عملية النشدرة حيث تتحول الاحماض الامينية بفعل الاحياء الدقيقة وينطلق النشادر . وهذا جزء منه يستهلك عن طريق الكائنات الدقيقة ، كما تستفيد منه بعض النباتات خصوصاً النباتات الصغيرة ، او قد تتأكسد الى نتريت عن طريق بكتريا نتروزوموناس Nitrosomonas ، ويتحول النتريت الى نترات عن طريق بكتريا نتروباكتر Nitrobacter وتسمى العملية بخطوتيها بعملية التأزت Nitrification .

التوازن النتروجيني :

يضاف النتروجين للارض كما قد يفقد منها على مدار السنة . وسبب الفقد العوامل التالية :

١ - استهلاك المحاصيل : والمحاصيل النجيلية اكثر امتصاصاً لهذا العنصر من غيرها .

٢ - الفقد بالغسيل Leaching : ويكون واضحاً في الظروف الرطبة ، والفقد في النترات اكثر من الامونيوم حيث يدخل الاخير في مركب الامتصاص .

٣ ـ الفقد على الصورة الغازية : ويحدث نتيجة لسوء الصرف والتهوية ، حيث تستطيع الكائنات الدقيقة اختزال النترات وتسمى العملية عكس التأزت Denitrification .

٤ ـ الازالة Erosion : ويحدث نتيجة لفعل الرياح والامطار في الطبقة السطحية .

اما اضافة الآزوت للارض فسببه احد العوامل الآتية :

١ ـ تثبيت النتروجين : تقوم الآزوتوباكتر بتثبيت نتروجين الهواء الجوي في اجسامها . كما تقوم بكتريا العقد الجذرية Bacterium radicicola بتثبيت آزوت الهواء الجوي وهي تعيش معيشة تعاونية مع النبات ، وتتراوح الكمية التي تثبتها هذه البكتريا بين ٥ ـ ١٠ كغ آزوت للدونم ، وقد يشترك مع البكتريا العقدية في التثبيت بعض انواع الفطر مثل : Claeoccumb, Penicillium, Aspergillus niger .

٢ ـ الامطار : وتتراوح كمية الآزوت التي تصل للارض عن طريق الامطار خصوصاً في المناطق الصناعية بين ٠،٢٥ ـ ٢ كغ للدونم .

٣ ـ بقايا المحاصيل والاسمدة البلدية والعضوية .

٢ ـ الفوسفور

حالة الفوسفور في الأراضي :

يمتص عنصر الفوسفور من الارض على صورة ارثو فوسفات $H_2PO_4^-$، وبكميات قليلة على صورة HPO_4^{--} ، كما يمكن للنبات ان يمتصه على صورة عضوية ذائبة مثل الفيتين وحامض النوييك . وتتراوح كمية الفوسفور في الاراضي بين ٠،٠٥ ـ ٠،٢ ٪ . وتتراوح كمية الفوسفور القابل للاستفادة ١ ٪ من الكمية الكلية . والفوسفور يوجد في الارض على صورتين عضوية وغير عضوية ، والمشكلة بالنسبة للفوسفور ان كمية كبيرة منه توجد في حالة غير قابلة للاستفادة ، وتزداد الكمية القابلة للاستفادة منه او تقل تبعاً للعوامل الآتية :

١ ـ نوع معدن الطين : حيث يزيد تثبيت الفوسفور في معدن الكاؤولينيت عنه في النوع ٢ : ١. كما انه يتثبت في الاراضي الطينية الثقيلة اكثر من الخفيفة لزيادة السطح المعرض في الاولى . كما ان الطين المشبع بالكالسيوم يحتجز كميات اكبر من الفوسفور عنه في الطين المشبع بالصوديوم .

٢ ـ تأثير الارض : تختلف درجة ذوبان الفوسفور تبعاً لدرجة حموضة وقلوية الارض كما مر سابقاً.

٣ ـ المادة العضوية : تعمل المادة العضوية على زيادة قابلية الفوسفور للاستفادة نتيجة لتأثير غاز الفحم الناتج عن تحللها ، كما ان الاحماض العضوية الناتجة عن التحلل تتحد مع الحديد والالومنيوم مكونة مركبات معقدة تحول دون تثبيتها للفوسفور .

علاقة الفوسفور بالنبات :

يختلف توزيع الفوسفور في النبات باختلاف نوع النبات . وتعتبر البـذور أغنى اجزاء النبات بالفوسفور . كذلك فان نباتات العائلة البقولية أغنى في الفوسفور من العائلة النجيلية . ويعتبر الفوسفور أحد مكونات الخلية حيث يدخل في تكوين بروتين النواة ، وهو عنصر مهم في عمليات الهدم والتنفس حيث يدخل في تكوين بعض أنزيمات التنفس .

ولقد ثبتت أهمية الفوسفور في عمليات التحول الكربوأيدراتي داخل النبات ، كتحول النشاء الى سكر مثلاً . كما ثبتت أهميته في تمثيل الدهون وقد لوحظ ان هناك علاقة ثابتة بين الآزوت والفوسفور في النباتات . وتختلف هذه النسبة حسب النباتات فهي تبلغ ١ : ٢ في حبوب النجيليات وتصـل الى ١ : ٣ أو ١ : ٤ في بذور البقوليات .

كما لوحظ ان زيادة الفوسفور تؤدي الى تبكير المحاصيل بالنضج بشرط توفر العناصر الاخرى ، وإلا صحب التبكير بالنضج قلة في المحصول مرجعها نقص العناصر الاخرى وليست زيادة الفوسفور .

أعراض نقص الفوسفور : يتميز النمو الخضري في النبات النامي ، عند نقص الفوسفور ، بلون أخضر داكن (يميل الى الازرق) . كما ان الاوراق السفلى قد تتلون بلون ارجـواني مصفر وخاصة بين العروق حيث تتحول الى البرونزي . وقد تسقط الاوراق مبكراً عن موعد سقوطها الطبيعي وذلك في الاشجار متساقطة الاوراق .

٣ ـ البوتاسيوم

حالة البوتاسيوم في الاراضي :

يمتص البوتاسيوم على الصورة الايونية وكميته في الاراضي عالية ولكن الصورة القابلة للاستفـادة منه عادة بسيطة . ويمكن امداده في التربة على صورة املاح غير عضوية . ولا يدخـل البوتاسيوم في تكوين مركبات هامة داخل النبات ، ولكنه يوجد عادة في الانسجة النباتية على صورة ملح غير عضوي ذائب ، ويعتبر عنصر هام جداً في انتاج ونقل الكربوهيدرات في النبـات . ويعزى الى نقص هـذا العنصر زيادة بسيطة وسريعة في الكربوهيدرات سرعان ما يعقبها نقص في هذه المكونات . ويبـدو ان البوتاسيوم علاقة بتمثيل النتروجين في النبات ، فالنباتات التي يبدو عليها علامات النقـص في البوتاسيوم غالباً ما تكون نسبة الاحماض الامينية فيها عالية، أي ان نقصه يسبب تراكم وعدم تحويل الاحماض الامينية الى بروتين .

يوجد البوتاسيوم في الارض في صور عديدة : ذائبة في المـاء ، واخرى غير ذائبـة ، وصور أخرى تقع بين هاتين الصورتين . وتتراوح نسبة البوتاسيوم الكلية في الارض من ٢ ـ ٣ ٪ في الطبقة السطحية معظمه غير قابل للاستفادة . ويوجد البوتاسيوم في معدن طين الايلايت ، كما يوجد في صـورة متبادلة على مركب الامتصاص العضوي والمعدني .

والبوتاسيوم الذائب والمتبادل يوجدان في حالة اتزان مع بعضهما ، فالنقص في الذائب عن طريق الغسيل ، يصحبه في الحال التحول من المتبادل حتى يحدث الاتزان في الصورتين . فاذا اضيف بوتاسيوم ذائب للارض فانه يحدث تحول في الاتجاه المضاد أي الى الصورة المتبادلة . واذا اضيف سماد بوتاسيوم لارض تحتوي على معادن طين (٢ : ١) فان جزء من البوتاسيوم يتحول الى صورة غير قابلة للاستفادة مؤقتاً ، واحتجاز وانطلاق العنصر في هذه المعادن يرجع الى بطء دخول وخروج ايونات البوتاسيوم من بين الطبقات التي تشغلها الكاتيونات بين صفائح السليكا للمعدن . ويعتبر البوتاسيوم المحتجز بمثابة اضافة للصورة غير القابلة للاستفادة التي تحول دون الغسيل والاستهلاك الزائد للصورتين الذائبة والمتبادلة . ويوجد اتزان بين الصورة المتبادلة والصورة المحتجزة بين طبقات معدن الطين تمثلها المعادلة .

(ذائب ⇄ متبادل ⇄ محتجز) .

ولذا فان استعمال سماد بوتاسي يزيد البوتاسيوم الذائب ويتحرك الى اليسار أي الى المتبادل . وقد يؤدي نقصه عن طريق المحصول تحركه الى اليمين .

علاقة البوتاسيوم بالنبات : بالرغم أن البوتاسيوم لا يدخل في تركيب المادة النباتية إلا ان كميته تفوق دائماً كميات الفوسفور والمغنيسيوم . وتتأثر عملية امتصاص البوتاسيوم بنسبة الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم الموجودة في الارض، فزيادة أي منها يعيق امتصاص البوتاسيوم من قبل النبات ويقالله . كذلك فان المحاصيل الارضية كالبطاطا والشوندر وكذلك قصب السكر تستهلك كميات كبيرة من هذا العنصر .

ولقد وجد ان البوتاسيوم يساعد على انتاج الكربوأيدرات داخل النبات ، يساعد في انتقال السكريات وتحركها داخل النبات . ويساعد أيضاً في اختزال وتحولها لنشاء ، حيث يساهم في بناء الاحماض الامينية وبالتالي البروتينات .

ومن اعراض نقصه : اصفرار الاوراق عند الحافة ثم يتجه الاصفرار للداخل كلما زاد الجوع ، وفي حالة النقص الشديد تتحول الاجزاء الصفراء الى لون اسمر أو الى بني محروق ، واكثر ما تكون الاعراض وضوحاً على الاوراق السفلى الكبيرة .

الكالسيوم

أهم مصادر الكالسيوم في الأرض هي المعادن المحتوية عليه . والصورة الصالحة لامتصاص النبات تكون إما من الكالسيوم الذائب في المحلول الارضي ، او الكالسيوم المتبادل على سطح الطين والدبال . وتعمل زيادة الرطوبة في الارض ، وخصوصاً عند ذوبان غاز الفحم به ، على زيادة كمية الكالسيوم الذائب وعلى العموم تعتبر الاراضي السورية غنية بالكالسيوم المتبادل .

ويمتص الكالسيوم من قبل النبات على صورة Ca^{++} ، وذلك إما من الكالسيوم الذائب او المتبادل . وتمتص النباتات البقولية كمية كبيرة منه إذا ما قورنت مع النباتات النجيلية .

وترجع أهمية الكالسيوم في النبات الى أنه يقوم بمعادلة الاحماض التي تنتج في الخلايا خصوصاً أثناء تكوين البروتين وتحولاته . كما انه يدخل في تكوين الصفيحة الوسطية لجدران الخلايا Middle lamella وذلك في صورة بكتات الكالسيوم . كما يعمل على تنشيط الانسجة المرستيمة خصوصاً في القمم النامية للجذور ، مما يساعد النبات على تكوين مجموع جذري كبير .

وتظهر أعراض نقصه في القمم النامية للافرع والجذور ، حيث تموت البراعم الطرفية وكذلك اطراف الجذور . كما تجف اطراف الاوراق حديثة النمو بعد ان تلتوي على شكل خطاف ، ثم تتقصف هذه الحواف .

٥ - المغنيسيوم

يدخل المغنيسيوم في تركيب القشرة الارضية بنسب مختلفة ، فتكون آثار في الاراضي الرملية بينما تصل الى ١ ٪ في الاراضي الطينية ، واذا زادت النسبة عن ذلك يصبح المغنيسيوم ضاراً وساماً للنبات . وهو يمتص على صورة ايونات مغنيسيوم . وترجع أهميته في النبات الى انه يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل ، كما انه يساعد في تحرك الفوسفور والكربوايدرات داخل النبات . ولقد وجد أن هناك علاقة عكسية بين البوتاسيوم والمغنيسيوم ، فاذا استخدمت الاسمدة البوتاسية بكمية كبيره ، يؤدي ذلك الى ظهور اعراض نقص المغنيسيوم على النباتات .

والمغنيسيوم قابل للانتقال من الانسجة المسنة الى الانسجة الحديثة التكوين ، ولذلك تظهر اعراض نقصه على الاوراق المسنة أولاً ثم تمتد الى الاوراق الحديثة . وتبدو اعراض نقصه بتحول لون الأوراق المسنة الى اللون الاخضر الفاتح ، ثم يبدأ الاصفرار من الطرف العلوي للورقة ويمتد الى اسفل حتى يصل الى عنق الورقة ، بينما تبقى العروق خضراء .

٦ - الكبريت

تعتبر المعادن المحتوية على الكبريت وكذلك المادة العضوية من اهم مصادر الكبريت في الارض وهو يمتص على صورة كبريتات SO_4^{--} . ثم يختزل في النبات الى كبريت S^{--} أو سلفا هيدريل (SH^-) ، حيث يدخل في تركيب الاحماض الأمينية . ولا تستطيع مركبات الكبريت العضوية التحرك داخل النبات ، ولذلك يتحول الكبريت ، في حالة انتقاله داخل النبات الى الانسجة الجديدة ، الى كبريتات ثانية حتى يتمكن من التحرك .

وترجع أهمية هذا العنصر الى انه يدخل في تكوين بعض الاحماض الامينية ، كما انه يساعد في اختزال النترات داخل النبات ، اذ يصاحب نقص هذا العنصر تراكم النترات في النبات . ويرجع رائحة بعض النباتات كالبصل والثوم ..الخ الى تكوين الجلوكوسيدات حيث يدخل الكبريت في تركيبها .

وتبدو اعراض نقصه على الاوراق الحديثة حيث يبدو لونها اخضر فاتح ، كما ان عروق الاوراق تبقى أفتح لوناً من باقي نسيج الورقة (عكس المغنيسيوم) ، كما تظل الورقة ملتصقة بالنبات .

٧ - الحـــديد

يوجد الحديد في الأراضي عادة بكميات كافية للنبات ، إلا ان وجود كربونات كالسيوم بنسبة عالية تمنع دخول الحديد الي النبات . ويمتص الحديد على صورة حديدوز Fe^{++} .

وترجع أهمية الحديد الى ان له علاقة بتكوين الكلوروفيل رغم انه لا يدخل في تركيبه ، كما انه يدخل في تركيب السيتوكروم ، وله علاقة بتكوين انزيم البيروكسيديز ذا العلاقة بتنفس النبات .

وتبدو اعراض نقصه على الاوراق حديثة التكوين حيث تبدو صفراء بين العروق ، بينما تبقى هذه العروق خضراء اللون . وعند اشتداد النقص تموت حواف الاوراق ونهاية العروق .

ويمكن تعويض نقص الحديد باضافة المركبات الخلبية الى الارض ، او رش الاوراق بكبريتـــات الحديدوز ، وقد يضيف بعض المزارعين بللورات كبريتات الحديدوز في شق داخل الجذع .

٨ - المنجنيز

يدخل هذا العنصر النبات على صورة ايون منجنيز ثنائي التكافؤ Mn^{++} وقد تكون الاراضي المحتوية على نسبة عالية من الجير ، وكذلك الاراضي الدبالية ، والرملية ، فقيرة بهذا العنصر . وعندما يزيد تركيز المنجنيز في المحلول عن ١٠ - ٢٠ جزء في المليون ، فقد يسبب تسمم النبات .

وللمنغنيز علاقة بتكوين الكلوروفيل ، وكذلك بعض الاحماض الامينيـة والبروتينات والسكريات . وللمنغنيز علاقة كبيرة بعمليات الاكسدة والاختزال داخل النبات . وهو على العموم كالحديـــد يعمل كعـامل مساعد .

وتتداخل اعراض نقصه مع الحديد ، إلا ان الورقة قد تتبقع ببقع مبعثرة ، كما تتساقط الاوراق وكذلك الازهار في حالة النقص الشديد بهذا العنصر .

٩ - البورون

تعتبر زيادة كربونات الكالسيوم في الارض احد الاسباب الرئيسية في نقص هذا العنصر . وعنـد زيادة نسبته في الارض ، يؤدي ذلك لتسمم النبـات ، ولذلك لا يستعمل ماء الري اذا زادت تركيز البورون فيه عن ٢ جزء في المليون .

ويمتص البورون في صورة بورات BO_2^- . وترجع اهميته الى انه يتحكم في نسبة الماء داخل النبات وكذلك في امتصاصه . وله علاقة كبيرة في حركة السكريات الى اماكن التخزين . كما يتدخل في عمليـة التلقيح في الزهرة ، ويتحكم في حركة الريشة والجذير .

ومن اعراض نقصه : موت البراعم والقمم النامية وضعف نمو الجذور وفي الشوندر تقل كمية الجزء الداخلي في الجذور مع اصفرار الاوراق ، بينما تبدو ثمار التفاح وكأن جزءها اللحمي فليناً .

وعادة يغطى النقص باضافة حمض البوريك او البوراكس .

١٠ - الزنك [الخارصين]

تمتص النباتات الزنك في صورة ايونات ذائبة في المحلول او ممتصة في مركب الامتصاص . ومن وظائفه انه ضروري لتكوين الحمض الاميني تربتوفان ، كما انه له علاقة بهرمونات النمو وبعض الانزيمات . كما يتدخل في تكوين الكلوروفيل وفي امتصاص الماء ايضاً .

وتبدو اعراض نقصه باصفرار الاوراق ، او تحول لونها الى العاجي كما يقل طول السلاميات في الساق . ويمكن تعويض النقص باضافة كبريتات الزنك الى الارض .

١١ - النحاس

تبدو أعراض نقص هذا العنصر عندما تقل نسبته الصالحة في الارض حتى ٢ - ٥ جزء في المليون . وعند زيادة الكمية الصالحة قد يؤدي الى تسمم النبات .

ويمتصه النبات على صورة Cu^{++} . ويرجع دوره في النبات كعامل مساعد ، اذ له علاقة بأنزيمات التنفس وكذلك في تكوين الكلوروفيل .

وتبدو اعراض نقصه على شكل موت البراعم الصغيرة ، واصفرار الاوراق . ويمكن تعويض النقص باضافة كبريتات النحاس الى الارض .

١٢ - المولبيدنيوم

نادراً ما تبدو اعراض نقصه على النبات ، نظراً لحاجة النبات الى كميات قليلة جداً منه ، وهو لازم لاختزال النترات فى النبات ، وكذلك في تكوين حامض الاسكوربيك . ولا تستطيع البكتريا المثبتة لآزوت الهواء الجوي من نوع الآزوتوباكتر ان تثبت الآزوت عند غياب هذا العنصر ، كما لا تتكون العقد الجذرية في البقوليات ايضاً .

دراسة حاجة النبات والارض للعناصر الغذائية

للوصول الى احسن انتاج من الأرض يجب توفير العناصر الغذائية بها حتى يستطيع النبات امتصاص ما يلزمه منها . ولتوفير هذه العناصر لكل محصول يجب دراسة العناصر اللازمة له اولا ثم تدرس العناصر الموجودة بالارض فعلا ، وعلى ضوء ذلك تضاف الى الارض ما يوصلها الى مستوى الانتاج الجيد .

واهم الطرق المستعملة لمعرفة حاجة النبات الى عنصر معين هي التالية :

١ – طريقة المزارع الرملية في اصص : وفيها تملأ الاصص برمل نقي مغسول بالاحماض ثم بالماء المقطر لازالة كل العناصر الغذائية منه ، ثم اضافة كل العناصر الغذائية جميعها الا العنصر المختبر له . ويتابع نمو النبات في الاصص ويعرف تأثير غياب هذا العنصر ثم تأثير اضافته بكميات متزايدة لمعرفة احسن تركيز له بين العناصر الاخرى .

٢ – طريقة المزارع المائية : وهي تشبه طريقة الاصص ، الا ان النباتات تنمو في محلول للعناصر بدلاً من اضافتها الى الاصص ؛ ويجب هنا تمرير تيار من الهواء في المحاليل المختلفة لتوفير الاكسجين الضروري لتنفس الجذور .

اما الطرق المستعملة لمعرفة نقص العناصر في الارض فتلخص في الآتي :

١ – بحلل النبات النامي في الارض المراد اختبارها وبمعرفة محتوياته يمكن الحصول على تحديد العنصر في عناصر الارض .

٢ – تحلل الارض كيماوياً وتقدر العناصر بها وتحدد كميات القابل للذوبان منها . وبذلك يحدد النقص في تلك العناصر .

٣ – اجراء تجارب الاصص لمعرفة مدى استجابة النبات للاسمدة وذلك بملاحظة سرعة النمو ومقدار المحصول الناتج ، وتجري هذه التجارب عادة في الصوبات او البيوت الزجاجية .

٤ – اجراء تجارب فعلية لمعرفة تأثير اضافة الاسمدة على النبات ومحصوله تحت الظروف الطبيعية .

٥ – تقوم الملاحظات البصرية بدور كبير اذ المعلوم ان لكل عنصر دوراً في حياة النبات يتسبب عن غيابه عرض محدد مثل الاصفرار او موت البراعم الطرفية .. الخ .

الفصل الثاني

الاسمدة والتسميد

تحتوي الارض على كميات من العناصر لا تكفي لانتاج اكبر محصول اقتصادي ، ولذلك تضاف هذه العناصر للارض على صورة سماد وتسمى العملية بالتسميد ، والمادة المضافة بالاسمدة . وتقسم العناصر بالنسبة لتأثيرها النافع او الضار على المحصول حسب نسبة وجودها في الارض الى مجموعات ثلاث :

١ - عناصر يتناسب نمو النبات ومقدار محصوله مع مقدار ما يوجد منها بالارض ، ويزداد المحصول بزيادة كمية هذه العناصر بطريقة التسميد (في الحدود الاقتصادية) وهذه العناصر هي الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم .

٢ - عناصر ذات تأثير فعال اذا وجدت بكميات قليلة نسبياً ، اذ تعطي اكبر محصول متى توفرت بهذه الكميات القليلة . ولكن لا يتبع زيادتها في الارض زيادة في المحصول وتشمل ، الكبريت ، والحديد ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم .

٣ - عناصر ذات فعل قوي جداً اذا وجدت بمقادير صغيرة جداً ، واذا زاد مقدارها عن حدود معينة اصبحت سامة قاتلة للنباتات وهي : البورون والنحاس والمنجنيز والزنك والموليبدنيوم .

علاقة التسميد بالمحصول :

تخضع العلاقة بين المحصول والعناصر السمادية المضافة الى العلاقات الهامة التالية :

١ - قانون العائد المتناقص :

يتلخص هذا القانون في ان المحصول يزداد بازدياد عنصر معين ما دام هذا العنصر هاماً لحياة

النبات ، ولكن معدل الزيادة في المحصول لا يتناسب طردياً مع الزيادة في العنصر المضاف ، بل ان معدل الزيادة في المحصول يقل تدريجياً . وينطبق هذا القانون على الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم . ولتوضيح ذلك نفرض اننا اذا اضفنا وحدة من السماد الآزوتي زادت كمية المحصول ١٠ كغ مثلاً ، فليس معنى هذا ان كل وحدة تزيد من الآزوت يقابلها زيادة ١٠ كغ ، بل معناه ان الوحدة الثانية من الآزوت يقابلها زيادة ٨ كغ مثلا ، والثالثة يقابلها ٦ كغ ، وهكذا يتناقص العائد نتيجة للزيادة في الوحدات المضافة .

٢ ـ قانون العامل المحدد :

ويتلخص هذا القانون في ان المحصول يزداد بزيادة عنصر معين ، مثلا الآزوت ، ما دامت جميع العناصر الاخرى متوفرة بكميات مناسبة ولكن هذه الزيادة تقف عند حد معين اذا استنفذ عنصر آخر وليكن الفوسفور مثلا ، وتصبح زيادة الآزوت عديمة الفائدة ما دام العنصر الآخر المحدد للنمو ناقصاً ولذا يجب ان تكون العناصر موجودة في الارض بنسب معينة تتلاءم مع بعضها لمصلحة المحصول .

٣ ـ ان كمية المحصول تتوقف على الاسمدة المضافة ، ولكن اذا زاد بعض هذه الاسمدة عن حد معين ، لما يجب ان يكون عليه ، كالآزوت مثلا ، تكونت اوراقاً عصارية تصبح عرضة لمهاجمة الفطريات والحشرات ، كما يزداد النمو الخضري زيادة كبيرة تؤثر على النمو الثمري فيقل المحصول وقد تصاب النباتات بالرقاد .

ولقد استخدمت عدة طرق لاختبار وجود العناصر في التربة وللتعرف على مدى خصب الارض يمكن ان تلخص بالآتي :

١ ـ اختبار أعراض نقص العناصر على النباتات المزروعة في هذه التربة .

٢ ـ القيام بالتحليلات الكيميائية للتربة ، بهدف معرفة احتواء التربة على العنصر الغذائي ، وفي هذا المجال يتطلب تحديد كمية العنصر القابلة للاستفادة . وتختلف طريقة الاختبار للقابلية للاستفادة كثيراً حسب نوع العنصر ، وكذلك حسب طبيعة التربة .

٣ ـ اجراء اختبارات بيولوجية وتتم إما في المخـــبر أو في البيوت الزجاجية او تحت الظروف الحقلية . ففي الطريقة المخبرية تستخدم بعض الكائنات الحية الدقيقة كالفطريات او البكتريا او الطحالب ، حيث يفترض ان هذه الكائنات عند زراعتها في وسط معين فانها تعكس المستوى النسبي للعنصر الغذائي في هذا الوسط ، وهي تشبه النبات في ذلك .

أما اختبارات البيوت الزجاجية فمن اشهرها طريقة نيوباور Neubaur وتعتمد اساساً على كمية العنصر التي يمتصها النبات من الوسط المغذي ، وكذلك طريقة متشرلش Mitscherlich وتعتمد على اضافة كميات متزايدة من العنصر الغذائي الى الاصص بهدف الوصول الى أعلى انتاج أعظمي .

وفي الظروف الحقلية ، تقام التجارب لمعرفة مدى امداد التربة بالعناصر الغذائية للنبات . وتعتبر طريقة التجارب الحقلية أقل فاعلية من غيرها نظراً للظروف المختلفة التي تتحكم في التجربة ، وللتكاليف العالية والجهود الكبيرة ، ولذلك يقترح البعض ان تدعم التجارب الحقلية بغرض معرفة امداد التربة النبات بالعناصر الغذائية ، بتجارب أصص أو بدراسات مخبرية .

٤ ـ التحليل النباتي : حيث يحلل النبات كيماوياً لمعرفة كمية العنصر التي امتصها النبات فعلا والموجودة فيه ، ويعتبر هذا مؤشراً لمقدرة التربة على الامداد بالعنصر الغذائي للنبات .

الاسمدة

تطلق كلمة سماد Fertilizer على اي مادة تضاف للتربة لامدادها بالعنصر الذي تتطلبه النباتات لتغذيتها. ويحسن عند دراسة الاسمدة الاطلاع على التعاريف التالية :

المادة السمادية او الحاملة Fertilizer material or carrier : هي اي مادة تحتوي على واحد او اكثر من العناصر اللازمة للنبات .

السماد المخلوط : هو السماد الذي يحتوي اثنين او اكثر من المواد السمادية .

السماد الكامل: هو السماد الذي يحتوي الثلاث عناصر السمادية الهامة وهي الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم .

تحليل السماد : وتشير هذه الى النسبة المئوية للعنصر السمادي في السماد مقدرا في حالة الآزوت كآزوت كلي، وفي حالة الفوسفور في صورة P_2O_5 القابل للاستفادة ، وفي حالة البوتاسيوم في صورة K_2O الذائب في الماء . فاذا قيل ان سماداً تحليله ٤ ـ ٨ ـ ٤ فهذا يعني ان كل ١٠٠ كغ من هذا السماد تحوي ٤كغ آزوت على صورة N ، و ٨ كغ P_2O_5 و ٤ كغ K_2O . وبالمقابل اذا قيل سماد مركب تحليله ٦ ـ ١٠ ـ ٦ فان كل ١٠٠ كغ منه تحوي ٦ كغ N و ١٠ كغ P_2O_5 و ٦ كغ K_2O .

نسبة السماد : تشير نسبة السماد الى الكميات النسبية للآزوت الكلي و P_2O_5 القابل للاستفادة و K_2O الذائب في الماء في السماد ، فالاسمدة المخلوطة ٤ ـ ٨ ـ ٤ ، ٥ ـ ١٠ ـ ٥ ، ٦ ـ ١٢ ـ ٦ كلها تحتوي على النسب ١ ـ ٢ ـ ١ من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم على الترتيب . والاسمدة ٤ ـ ٨ ـ ٨ و ٦ ـ ١٢ ـ ١٢ فانها تحوي نسبة سمادية واحدة هي ١ ـ ٢ ـ ٢ .

المادة المالئة : هي أي مادة تضاف للسماد لأي غرض خلاف اضافة عناصر غذاء للنبات ، وتضاف المادة المالئة لتعوض الفرق بين وزن الجزء المضاف الذي يحتاج اليه لعمل طن من تحليل مطلوب .

سماد ذا أثر حامضي : هو سماد له القدرة على زيادة الحموضة في التربة ، وتستمد هذه الحموضة اساساً من عملية التأزت للاملاح النشادرية والمواد العضوية بواسطة بكتريا التربة ، ومن أمثلته : سلفات النشادر وسلفات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم .

سماد ذا أثر قاعدي : هو سماد ذات مخلفات قاعدية في التربة ، مثل نترات الجير ، نترات الشيلي ، سيناميد الجير ، السوبر فوسفات .

سماد متعادل : هو السماد الذي لايترك اية مخلفات حامضية او قاعدية في التربة مثل نترات النشادر .

ولما كانت معظم الاراضي تحتاج الى عناصر الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم بصفة مستمرة مما يقتضي اضافة أسمدة تحتوي عليها لذلك سنقتصر الكلام على الاسمدة المحتوية على العناصر الثلاثة هذه .

أولاً ـ الاسمدة الآزوتية

تقسم الاسمدة المحتوية على آزوت الى قسمين رئيسيين : عضوية وغير عضوية . أما الاسمدة العضوية والتي منها سماد القمامة رسماد الاسطبلات والسماد الاخضر ... الخ ، فيجب ان تمر بعمليات تكوين الامينات فالنشادر والتأزت قبل ان يصبح آزوتها ميسوراً تماماً للنباتات ويحتاج ذلك الى ظروف بيئية خاصة من دفء وتهوية ووجود كميات ملائمة من الكالسيوم لنشاط البكتريا وكذلك نسبة الكربون للآزوت . ويتم التحلل تدريجياً ، ونتيجة لذلك لايكون تأثيرها سريعاً كما هي في نترات الصودا وغيرها الا انها تطلق نتروجينها تدريجياً على طول الموسم . إلا ان ثمن الآزوت الناتج منها يعادل ٣ ـ ٥ اضعاف ثمن النتروجين المستمد من الاسمدة غير العضوية نظراً لدور المادة الدبالية في المحافظة على البناء الارضي الجيد في التربة ، والحقيقة فانه بالرغم من الاهمية الكبيرة للاسمدة العضوية في زيادة خصب الارض الا انها لم تلق بعد في زراعتنا ولدى فلاحينا الاهمية الكبيرة المرجوة .

اما الاسمدة الآزوتية غير العضوية فانها تقسم الى ثلاثة اقسام رئيسية هي :

١ ـ اسمدة نشادرية : ويكون الآزوت فيها على صورة امونيوم مثل كبريتات الامونيوم ، فوسفات الامونيوم ، الامونيا السائلة .

٢ ـ أسمدة نتراتية : ويكون الآزوت فيها على صورة نترات مثل نترات الصودا ونترات الجير .

٣ ـ اسمدة نشادرية نتراتية : ويكون الآزوت فيها على صورتين امونيوم ونشادر مثل : نترات النشادر ، نترات النشادر الجيرية ، سلفونترات الامونياك .

يضاف الى الاقسام الثلاثة السابقة كل من اليوريا وسيناميد الكالسيوم . واليوريا تحوي ٣ امثال الآزوت الذي تحويه نترات الصودا ، وهي تتحلل بالتربة الى كربونات امونيوم وهذه تتحلل الى نترات

وامونيوم وعيبها هو شدة تميعها . ويتغلب عليها بتغليف حبيباتها بمساحيق جافة ، كما ان تحللها بطيء ، وينتظر أن تلعب دوراً هاماً في التسميد على نطاق واسع في المستقبل نظراً لسهولة تحضيرهــا ورخص الآزوت المستحصل منها .

أما سيناميد الجير فهو ناتج صناعي رخيص ، إلا ان عيبه انه اذا استعمل نثراً فانه يسبب ضرراً للمجموع الخضري ، كما انه بطيء التحلل ، ولذلك عند استخدامه في أعمال التسميد فمن الضروري ان يضاف الى التربة قبل الزراعة بمدة تكفي لتحوله الى صورة قابلة للاستفادة ، ولقد وجد انه اثناء تحوله في التربة في الاراضي القاعدية فان مادة سامة للنبات تحدث أثناء التحلل ، ولذلك وجب عنــد التسميد بسيناميد الجير اضافته قبل الزراعة بمدة ثم الري وذلك كي يتخلص من المادة السامة وتحولها الى صورة جيدة قبل زراعة النبات .

ثانيا _ الاسمدة الفوسفاتية

وأهم الاسمدة الفوسفاتية هو السوبر فوسفات ، والسوبر فوسفات المكرر ، وخبث المعادن ولقد دخل مؤخراً ميدان التسميد الفوسفاتي فوسفات أحادي أو ثنائي الامونيوم ، وتعتبر ذات أهمية كبيرة في التسميد الفوسفاتي للاراضي المحتوية على الجير . وتتوقف أهمية السماد على كمية الفوسفات القابلة للذوبان في الماء ، أو في حمض خفيف مثل حامض الستريك .

ثالثاً _ الاسمدة البوتاسية

وأهم هذه الاسمدة : كبريتات البوتاسيوم وتحوي ٥٢٪ K_2O . وكلورور البوتاسيوم وتحوي ٥٠٪ K_2O .

رابعاً _ الاسمدة المركبة

وهي التي تحوي أكثر من عنصر سمادي واحد . وتقسم الى :

آ _ اسمدة آزوتية بوتاسية : مثل نترات البوتاسا (١٤٪ آزوت ، ٤٦٪ K_2O) ونظــراً لارتفاع نسبة البوتاسيوم الى الآزوت لذا لم يلق سوقاً رائجة ، إلا انه حالياً تضاف نترات الصــودا الى نترات البوتاسا فيتكون سماد به ١٤٫٥٪ آزوت و ١٥٪ بوتاسا . وكذلك نترات البوتاســا والامونيوم ٨٪ آزوت نتراتي ، ٨٪ آزوت نشادري ، ٢٨٪ بوتاسا ، وهو من الاسمدة الجيدة للنباتات المحبــة للبوتاسا . وكلوريد البوتاسا والامونيوم ١٢٪ آزوت ، ٤٢٪ بوتاسا .

ب _ اسمدة آزوتية فوسفاتية : مثل امونيا سوبر فوسفــات ، و Diammonphos ويحتوي على ٢١٪ آزوت و ٥٣٫٤٪ P_2O_5 و Ammo-Phos و Leunaphos .

ج _ اسمدة كاملة : وأشهرها نتروفوسكا بأنواعه .

وفي التالي جدول (٣٧) يبين تركيب أهم الاسمدة الكيماوية ، وجدول (٣٨) يبين تركيب أهم الاسمدة العضوية

جدول (٣٧) تركيب بعض الاسمدة الكيماوية

الاسمدة	الآزوت الكلي	الآزوت الآزوتاتي	الآزوت النشادري	P_2O_5 الكلي	P_2O_5 الذائب	K_2O	الجير CaO
	٪	٪	٪	٪	٪	٪	٪
نترات الصودا الشيلي	١٥٫٥	١٥٫٥	–	–	–	–	–
نترات الصودا الصناعي	١٦	١٦	–	–	–	–	–
نترات الجير النرويجي	١٥٫٥	١٤٫٥	١٫٠	–	–	–	٢٦٫٠
« « الالماني	١٥٫٥	١٤٫٦	٠٫٩	–	–	–	٢٨٫٠
سلفات النشادر	٢٠٫٦	–	٢٠٫٦	–	–	–	
نتروسلفات النشادر	٢٦	٧٫٠	١٩٫٠	–	–	–	
نترات النشادر	٣٣	١٦٫٥	١٦٫٥	–	–	–	
النتروشوك	١٥٫٥	٧٫٧٥	٧٫٧٥	–	–	–	٢٨٫٠
نترات بيت الجرى	١٧	٨٫٥	٨٫٥	–	–	–	٢٥٫٠
نترات النشادر الجيري	٢٠٫٥	١٠٫٢٥	١٠٫٢٥	–	–	–	٢٠
الكالنترو	٢٠٫٥	١٠٫٢٥	١٠٫٢٥	–	–	–	٢٠

السياناميد	١٥–٢٠	–	–	–	–	–	٥٥–٦٠
اليوريا	٤٦	–	–	–	–	–	
السوبر فوسفات	–	–	–	–	١٦–١٨	–	٢٣٫٠
السوبر فوسفات المكرر	–	–	–	–	٤٠	–	–
خبث المعادن	–	–	–	١٢–٢٠	–	–	٤٨٫٠
نترات البوتاسا	١٤٫٠	١٤٫٠	–	–	–	٤٦٫٠	–
نترات البوتاسا والصودا	١٤٫٥	١٤٫٥	–	–	–	١٥٫٠	–
« « والامونيوم	١٦٫٠	٨٫٠	٨٫٠	–	–	٢٨٫٠	–
كلوريد « «	١٢٫٠	–	١٢٫٠	–	–	٤٢٫٠	–
Diammonphos	٢١٫٠	–	٢١٫٠	٥٣٫٤	٢٣٫٤	–	–
Leunaphos	٢٠٫٠	–	٢٠٫٠	٢٠٫٠	٢٠٫٠	–	–
Ammo-phos 1	١٠٫٥	–	١٠٫٥	٤٤٫٥	٤٣٫٥	–	–
Ammo-phos 2	١٧	–	١٧	٢٢٫٠	٢١٫٨	–	–
Hakaphos	٢٨٫٠	٤٫٠	٦٫٠	١٤٫٠	١٤٫٠	١٤٫٠	–

نتروفوسكا ١	١٧٫٥	١٫١	١١٫٤	–	١٣٫٠	٢٢٫٠	–
〃 ٢	١٥٫٥	٥٫٣	٩٫٧	–	١١	٢٦٫٥	–
〃 ٣	١٦٫٥	٥٫٠	١١٫٥	–	١٦٫٥	٢١٫٥	–
〃 للتبغ	١٥٫٥	٤٫٦	١٠٫٩	–	١٥٫٥	١٩٫٥	–
نتروسكا بالجير	١٢٫٠	٥٫٥	٦٫٥	١٢٫٠	٣٫٠	٢١٫٠	٨–١٠

جدول (٣٨) متوسط تركيب أهم الاسمدة العضوية

الاسمدة	الرطوبة	المادة العضوية	الآزوت		P_2O_5		K_2O	CaO
			الكلي	الذائب	الكلي	الذائب		
	٪	٪	٪	٪	٪	٪	٪	٪
مسحوق الدم المجفف	١٣٫٥	٧٨٫٥	١٠–١٢	–	١٫٥–٢	–	٠٫٧	٠٫٨
« اللحم	٩٫٠	٤٩٫٠	٦ – ٧	–	١٧٫٤	–	٠٫٣	٢٢٫٣
« العظام	–	–	٣٫٠	–	٢٢٫٠	–	–	–
جوانو الاسماك	١٠	٥٦	٥–١١	–	٦–١٤	–	٠٫٣	١٦٫٠
كسب البذرة المقشورة	٧	٨٥٫٣	٦–٧	–	٢٫٨–٣٫٢	–	١٫٧	–
« « غير المقشورة	٧	٨٥	٣٫٥–٤	–	٢–٢٫٥	–	١٫٣	–

يحسن شراء الاسمدة المركزة لانها أقل تعرضاً للغش ولان تكاليف نقلهـــا اقل ويجب ألا يتأثر المزارع بالاسماء الجذابة التي تطلق على بعض الاسمدة في التجارة ، او بلون السماد أو برخص ثمنـه ، اذ المهم هو نسبة العناصر السمادية الموجودة في السماد ، وحالته ان كان قابلا او غير قابل للذوبان ، وصورتـه الموجودة عليها ان كان امونيوم او آزوتات مثلا ، كما تراعى مصاريف النقل والنثر وغير ذلك .

ويجب الوقوف على تحليل الاسمدة وخاصة الحديث منها وغير المعروف قبل شرائهـــا . والمهم في الاسمدة كما ذكر هو نسبة العنصر السمادي وحالته ، فآزوت الآزوتات اغلى من آزوت الامونيوم ، وآزوت الامونيوم أغلى من الآزوت الاميدي . كما ان حمض الفوسفوريك في السوبر فوسفات اغلى منه في خبث المعادن ، وفي هذا أغلى منه في الفوسفات المعدنيـــة . والبوتاسا في سماد سلفات البوتاسا وفي الاسمـدة المركزة الاخرى أغلى منها في املاح البوتاسا الخام . كما انـــه من الضروري معرفـة المواد الغريبة الموجودة في السماد .

وقد يلجأ المزارع الى خـــلط السماد بنفسه ومن السهولة نسبياً حساب كميات المطلوبة واثمانها . والامثلة التالية توضح ذلك :

مثال (١) :

يحتوي النترفوسكا (A) على ١٥ ٪ آزوت منها ١,٦ على صورة آزوتات والباقي ١٣,٤ على صورة امونيوم ، وعلى ٣٠ ٪ P_2O_5 و ١٥ ٪ K_2O . فما الثمن الحقيقي للمائة كيلو غرام منه بفرض ان اثمان الاسمدة البسيطة هي كما يأتي لمائة كيلو غرام :

نترات الصوديوم الصافي ١٦ ٪ آزوت = ٢٠,٠٠ ليرة سورية .
سلفات النشادر ٢٠,٥ ٪ آزوت = ٢٤,٤٠ ليرة سورية .
السوبر فوسفات العادي ١٦ ٪ P_2O_5 = ١١,٠٠ ليرة سورية .
سلفات البوتاسا ٥٠ ٪ K_2O = ٢٤,٠٠ ليرة سورية .

الحـــل :

$$\text{ثمن الكيلو غرام آزوت آزوتاتي} = \frac{٢٠,٠٠}{١٦} = ١٢٥ \text{ قرش}$$

$$\text{ثمن الكيلو غرام آزوت نشادري} = \frac{٢٤,٤٠}{٢٠,٥} = ١١٩ \text{ قرش}$$

ثمن الكيلو P_2O_5 الذائب $= \frac{١١٢٠٠}{١٦} =$ ٧٠ قرش

ثمن الكيلو K_2O الذائب $= \frac{٢٤٠٠٠}{٥٠} =$ ٤٨ قرش

فيكون ثمن العناصر السمادية في ١٠٠ كغ من النتروفوسكا A هي :

للآزوت الآزوتاتي	١٫٦	× ١٢٥	= ٢٠٠
للآزوت النشادري	١٣٫٤	× ١١٩	= ١٥٩٥
ولحمض الفوسفوريك	٣٠	× ٧٠	= ٢١٠٠
والبوتاسا	١٥	× ٤٨	= ٧٢٠

فيكون ثمن ١٠٠ كغ من السماد نتروفوسكا A = ٤٦١٥ قرشاً .

فاذا بيع السماد بهذا الثمن فيفضل شراؤه عن شراء الاسمدة البسيطة .

مثال (٢) :

احسب المكونات اللازمة لعمل طن من تحليل ٣ - ١٢ - ١٢ باستعمال المواد التاليـة واضافة المالىء عند الضرورة .

كبريتات امونيوم ٢٠ ٪ N
سوبر فوسفات ٢٠ ٪ P_2O_5
كبريتات بوتاسيوم ٦٠ ٪ K_2O

الحـل :

ما يحتويه مخلوط السماد من الآزوت = ٠٫٠٣٠ × ١٠٠٠ = ٣٠ كغ

كمية كبريتات الامونيوم $= \frac{٣٠ \times ١٠٠}{٢٠} =$ ١٥٠ كغ

كمية السوبر فوسفات = ٠٫١٢٠ × ١٠٠٠ × $\frac{١٠٠}{٢٠} =$ ٦٠٠ كغ

كمية كبريتات البوتاسيوم = ٠٫١٢٠ × ١٠٠٠ × $\frac{١٠٠}{٦٠} =$ ٢٠٠ كغ

مجموع المكونات = ١٥٠ + ٦٠٠ + ٢٠٠ = ٩٥٠ كغ
كمية المالىء = ١٠٠٠ — ٩٥٠ = ٥٠ كغ

تخزين الأسمدة

تخزن الاسمدة في مكان جاف ذي ارضية من الاسمنت او ما يماثله ، ويراعى في تخزينها ما يأتي :

نترات الجير وسياناميد الجير يباعان في اشولة خاصة يحفظ السماد فيها حتى وقت الاستعمال . سلفات النشادر ونتروسلفات النشادر يمكن حفظها في أشولة توضع على ألواح خشبية حتى لا تمتص الرطوبة فتتآكل الاشولة . السوبر فوسفات يفرغ ولا يحفظ في الاشولة لانها تتآكل .

اما نترات الجير فلا يفرغ من الاشولة ومثله نترات النشادر والنتروشوك ونترات النشادر الجيري . الاسمدة البوتاسية لا تتغير ما دام المخزن جافاً وتستعمل عادة لتغطية الاسمدة . ولا تستعمل اشولة السماد لاغراض اخرى كحفظ العلف الا بعد نقعها في الماء تماماً وغسلها .

خلط الأسمدة

يراعى في خلط الاسمدة ما يلي :

١ ـ لا يجوز خلط الاسمدة النشادرية مع الاسمدة التي تحتوي على جير منفرد كما لا يجوز نثرها في وقت واحد ، حتى لا يتطاير النشادر فيفقد ، فمثلا لا يخلط سلفات النشادر مع الجير (الحي او المطفأ) او مع خبث المعادن أو سياناميد الجير .

٢ ـ لا يجوز خلط اسمدة تحتوي على كالسيوم قابل للذوبان في الماء باسمدة تحتوي على فوسفات ذائبة ، حتى لا تتحول الى فوسفات غير ذائبة ، فلا يخلط السوبر فوسفات مع الجير او سياناميد الجير ، كما لا تخلط الاسمدة الفوسفاتية الاخرى بالجير .

٣ ـ لا يجوز خلط اسمدة ببعضها ينتج عنها أحماض ، فمثلا لا يجوز خلط السوبر فوسفات مع نترات الصودا او نترات الجير ، لان حمض النتريك ينفرد ويتطاير ويفقد ويسبب تآكل العبوات .

٤ ـ لا يجوز خلط الاسمدة التي تمتص الماء إلا قبيل النثر مباشرة إذا لزم الامر ، خوفاً من ان تتميع او تصير كتلا او تتحجر .

المراجع

آ - العربية

١ - بلبع - عبد المنعم - ١٩٧٣ - الارض والانسان في الوطن العربي - دار المطبوعات الجديدة - الاسكندرية .

٢ - حسن ، محمد نجيب - خضر ، مصطفى - ١٩٦٩ - أصول البيدولوجي . المكتب المصري الحديث للطباعة والنشر - الاسكندرية .

٣ - رسلان ، عبدالحميد - ١٩٦٦ - الاراضي ومشاكلها في الزراعة السورية - وزارة الزراعة - دمشق.

٤ - زين العابدين، أحمد ناجي، الاراضي المالحة في حوض الفرات - ١٩٦٩ - كلية الزراعة - جامعة حلب - حلب.

٥ - زين العابدين ، احمد ناجي - (لم ينشر) - خصائص الاراضي الجبسية .

٦ - زين العابدين ، عبدالله - ١٩٦٣ - أسس علم الاراضي مكتبة الانجلو مصرية - القاهرة .

٧ - الشواربي ، محمد يوسف - ١٩٦٥ - كيمياء الاراضي - مكتبة الانجلو مصرية - القاهرة .

٨ - صفدي - محمد شفيق - ١٩٧٤ - الثروة المائية في الجمهورية العربية السورية - وزارة الاشغال العامة والثروة المائية - دمشق .

٩ - عبدالله ، محمد محفوظ - ١٩٦٠ - محاضرات في طبيعة الاراضي - كلية الزراعة - جامعة القاهرة .

١٠ - علام ، فتح‌الله - ١٩٥٤ - الكيمياء الزراعية - مكتبة الانجلو مصرية - القاهرة .

١١ - عمر ، محمود احمد - ١٩٦٤ - محاضرات في أساسيات الاراضي - كلية الزراعة - جامعة عين شمس - القاهرة .

١٢ - فتحي ، عبدالحميد - ١٩٦١ - محاضرات في تكوين الاراضي - كلية الزراعة - جامعة القاهرة .

١٣ - كردي ، فؤاد - ١٩٧٣ - أساسيات في كيمياء الاراضي وخصوبتها - مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية - دمشق .

١٤ - نحال ، ابراهيم - ١٩٦٤ - أساسيات علم التربة - مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية - جامعة حلب

ب - الاجنبية

Addison, A, — 1955, Land, water and food. London.

Admiralty Naval Staff – 1918, Geology of Mesopotamia and its Borderlands. Intelligence Department. London.

Aubert, G. — 1937, Les Sols à Croute Calcaire. C. R. des Conf. Péd. Méditerrannéenne, Montpellier, Alger 330 – 337.

Barshad, I. — 1955, Soil Development, Chemistry of the Soil, Ed. by Bear, F. E.), Reinhold Publishing Corp. New York.

Barshad, I. et al. — 1956, Clay Minerals in some limestone Soils from Palestine. Soil Sci. 81, 423 – 427.

Berger, K. C. 1965 Introductory Soils, Mecmillan Comp.

Black, C. A. 1960, Soil Plant Relationhip. 2 ed, John wiley & Sons.

Bridges, E. M. 1970, World Soil, Cambridge Univ. Press.

Brown, I. C. & Drosdoff, M. 1938, The Chemical Character of Desert Soils in Relation to their Genesis and Morphology. Soil Sci. Amer. Proc. 3.

Buckman, H. O. & Brady, N, C, 1960. The Nature and Properties of Soils. Macmillan, New Yorb and London.

Buringh, P. 1960, Soils and Soil Conditions in Iraq, Ministery of Agr., Baghdad.

Combier, C. 1945, Apercu sùr les Climates dù ly Syrie et du Liban Beirouth.

Dost, H. 1953, Bibliography on Land anb Water Utilisation in the Middle Eest. Wageningen.

Dubertret, L. 1943, Lithological Map of the Eastern Border of the Mediterranean, Beirut.

Duchaufour, P. 1965, Précis de Pèdologie. Masson & Cie - Paris.

Eden, T. 1961, Elements of Tropical Soil Science. London.

F. A. O. 1965 - Guidelines for Soil Profile Description, Soil Survey and Fertility Branch, Land and water Development Divsion, Rome.

Fisher, W. B. 1950, The Middle East, a physical, social and regional geography. London - New York (ed. 3, 1956).

Geological Section, Min. of Industry, Syria.

Grim, R. E. 1953, Clay mineralogy - Mc. Grew - Hill, N, York.

El - Hamzawy, M. K, 1962, The crystallographic analysis of some Syrian minerals. M. Sc. Thesis, Fac. of Science, Cairo Univ.

Jenny, H. 1941, Factors of soil formation, New York.

Ioff, J. S. 1949, Pedology, New Brunswick, New Jersey.

Khan, D. H. 1960, Studies on translocation of chemical constituents in some red - brown soils, terra rossa, and rendzinas, using zirconium as a weathering index. soil sci., 88, No. 4.

Kellog, C. E. 1952, Potentialities and problems of arid soils. Proc. Intern. Symp. on desert res. Jerusalem.

Kellog, C. E., 1963 - Why a New System of Soil Classification ? Soil Sience. 96. 1 - 5.

Kelly, W. P. n. 1951, Alkali soils, their formation, properties and reclamation, New York.

Kilmer & Alexander. 1949, Soil Sci. 67 p. 15.

Kramer, P. J. 1949, Plant and water relationship.

Kubiëna, W. L. 1953, The Soils of Europe. Madrid - London.

Lyon, T. L. & Buckman, H. O. 1943, The nature and properties of soils. New York.

Marbut, C. F. 1951, Soils, their genesis and classification. Soil Sc. Soc. of America.

Meteorological Service. Climatological Section, Damascus.

Millan, C. E. 1963 – Soil fertility 5th. ed. John wiley & Sons InC. .

Mohr, E. C. J., Baren, F. A. Van, 1959, Tropical Soils, Intersience London.

Muir, A. 1951, Notes on the soils of Syria. J, Soil Sci. *2* (5).

Pabot. H. 1956, Rapport an gouverenment de Syric l' Ecologic Végetate et des applications. Rome, No. 663, F. A. O.

Reifenberg, A. 1947, The soils of Palestine 2nd, ed. London.

Reifenberg, A. 1952, The soils of Syria and the Lebanon, J. Soil Sc. 3, (1), 63 – 88,

Richards. L. A. R. 1954, Diagnosis and improvement of saline & alkali soils, Agr. Handbook No 60 U.S.D.A.

Robinson, G. W. 1950, Soils, their origin, constitution and classification. Ed. (3), London.

Rodin, L. E. 1959, Preliminary report on geobotanical survey group for water supply of pastures under contract, No. 938, Damascus.

Russel, E. J, 1950, Soil conditions and plant growth, London and New York.

Russell, Sir E. J. 1957. The world of tho soil. Collins, London.

Sigmond. A. A. J. De. 1938, The principles of soil science.

Soil Survey Manual, 1951, U. S. Soil Survey Staff. Hand-book No. 18.

United States Salinity Lab Staff. 1954, Diagnosis and im-provement of Saline and alkali soils. Agr. hand-book 60, Washington.

U. S. Dept, of Agriculture. 1960 - Soil classification. a comprehensive system 7 th, Approximation, washington, D.C,

Van Liere, W, J. & Lauffray, J,. 1955, Nouvelle prospection archéologique dans la Haute Jezireh Syrienne Ann. Archéol. de Syrie (4et5), 129 — 148.

Van Liere, W. J. 1960, Observations on the Quaternary of Syria, Damascus.

Van Liere, W. J. 1962, Statement on the arid soils of theNear East, their morphology, classification and utiliztion, Tashkent.

Van Liere. W. J. 1965, Classification and Rational utilization of soils. F. A. O. No. (2076).

Wallace, T. 1951, The diagnosis of mineral dificiencies in plants by visual symptoms. London.

Zein El-Abidin, A. Nagy. 1962, Pedological studies on the soils of Aleppo area in Syria. M. Sc. Thesis, Fac. of Agr. Cairo Univ.

Zein El-Adidin, A. Nagy, 1965 Pedological studies on some Syrian soils, Ph. D. thesis, Fac. of Agr. Cairo Univ.

المصطلحات العلمية

الانكليزية	العربية
Absorption	امتصاص
Accelerated erosion	انجراف سريع
Acidity	حموضة
Adhesion	تماسك ـ التصاق
Adsorption	امتزاز ـ ادمصاص
Aeolian deposits	ترسبات هوائية
Aeration	تهوية
Aerobic	هوائي
Age	عمر
Aggregate	حبيبات متجمعة ، تجمعات
Algae	طحالب
Alkali soil	ارض قلوية
Alluvial soil	ارض رسوبية ، نهرية
Aminization	تحول الى أمينات
Ammonification	نشدرة
Analysis	تحليل
Anion exchange	تبادل الانيونات
Arid region	منطقة جافة
Artificial farm manure	سماد عضوي صناعي

Autotrophic	ذاتي التغذية
Available	قابل للاستفادة
Azofication	تأزت
Azonal	غير منطاقية ، لانطاقية
Azotobacter	آزوتو باكتر
Base exchange	تبادل القواعد
Black alkali	ارض قلوية سوداء
Bog soils	ارض مستنقعية
Brown forest soils	اراضي حراجية بنية
Brown podzolic soils	اراضي بودزولية بنية
Brown soils	اراضي بنية
Bulk density	كثافة ظاهرية
Calcareous soils	اراضي جيرية
Calcimorphic soils	اراضي جيرية
Capillary conductivity	التوصيل الشعري
Capillary water	الماء الشعري
Capillarity	الخاصة الشعرية
Carbon - nitrogen ratio	نسبة الكربون الى الآزوت
Carbonation	كربنة ـ تفحم
Cation exchange	تبادل الكاتيونات
Chernozems	اراضي تشرنوزم (سوداء)
Chestnut soils	اراضي كستنائية
Clay pan	طبقة طينية
Clays	طين (غضار)
Cohesion in soil	تماسك حبيبات التربة
Colloids	غرويات
Composting	عمل السماد العضوي الصناعي ـ الكر

Contour plowing	حراثة كنتورية
Contour strip cropping	الزراعة في شرائح كنتورية
Critical moisture	الرطوبة الحرجة
Crop rotation	الدورة الزراعية
Crust	قشرة
Cultivation of soils	زراعة الارض
Decomposition of minerals	انحلال المعادن
Degradation	تدني ، تدهور
Denitrification	عكس التأزت
Desalinization	ازالة الاملاح
Desert soils	اراضي صحراوية
Diffusion of gases	إنتشار الغازات
Disintegration of minerals	تفتت المعادن
Drainage of soils	صرف الاراضي
Dry - land farming	مزارع بعلية
Eluvial horizon	أفق السلب
Earth crust	قشرة أرضية
Electric conductivity	ناقلية ارضية
Erosion	انجراف ، تعرية
Essential elements	العناصر الضرورية
Exchange capacity	السعة التبادلية
Expansion	تمدد
Fallow	بور
Family of soils	عائلة اراضي
Farm manure	سماد المزرعة ، سماد الاسطبل
Ferric compounds	مركبات الحديديك
Ferrous compounds	مركبات الحديدوز

Fertilizer elements	العناصر السمادية
Fertilizers	المخصبات ، الأسمدة
Field capacity	السعة الحقلية
Fixation of phosphorus	احتجاز الفوسفور
Flocculation	تجمــــع
Genesis of soil	نشأة الاراضي
Glacial deposits	ترسبات ثلجية
Glei horizons	آفاق الجلاي
Gravitational water	ماء الجذب الارضي
Gray - drown podzolic soils	اراضي بودزول بنية ومادية
Great soil groups	مجاميع الاراضي العظمى (الكبرى)
Green manures	الاسمدة الخضراء
Groundwater level	مستوى الماء الارضي
Gullies	أخاديد كبيرة
Gypsum	الجبس
Halomorphic soils	اراضي مالحة
Hematite	هيماتيت
Horizons	آفاق
Humid	رطب
Humus	دبال
Hydration	التأدرت ، التميؤ
Hydrolysis	التحليل المائي ، الحلمأة
Hydromorphic soils	اراضي غدقة
Hydrous mica	الميكا المتأدرتـــة
Hygroscopic water	المـاء الايجروسكوبي
Illite	إيلايت
Illuvial horizon	أفق الترسيب (التراكم)

Infiltration	الرشـــح
Intrazonal soils	أراضي بين نطاقية
Ionic exchange	التبادل الايوني
Irrigation	الري
Kaolinite	كاؤولينيت
Lacustrine deposits	ترسبات بحرية
Landuse	استعمال الارض
Laterization	تكوين اللاتيريت ، القرمدة
Latosols	أراضي لاتيريت ، اراضي قرميدية
Leaching	انغســال
Legumes	بقوليـــات
Lignin	خشب ، لجنين
Limestone	حجر كلسي
Limonite	ليمونيت
Lithosols	اراضي هيكلية ، حجرية
Loam	صفراء ، طميية
Loess	ترسبات هوائية ـ اراضي سافية
Lysimeters	الليزميتر
Macronutrients	العناصر الكبرى ، المغذيات الكبرى
Macro pore spaces	المسافات البينية الكبيرة
Marine soil materials	اراضي ذات اصل بحري
Marl	مارل ، طين غني بالكربونات
Mature soils	اراضي ناضجة
Mechanical analysis	تحليل ميكانيكي
Mediterranean region	منطقة حوض البحر الابيض المتوسط
Micelle	مايسيل ـ نواة الطين
Microfauna	حيوانات دقيقة

Micronutrients	عناصر صغرى
Milliequivalent	ملليمكافيء
Minor elements	العناصر النادرة
Moisture equivalent	المكافيء الرطوبي
Moisture stress	جهد او ضغط رطوبي
Moisture tension	شد رطوبي
Montmorillonite	طين مونتموريللونيت
Morphological character	صفة ظاهرية
Nitrification	نترجة
Nodule bacteria	بكتريا عقدية
Octahedron	ثماني الوجوه
Organic soils	اراضي عضوية
Organic matter	مادة عضوية
Osmotic pressure	الضغط الاسموزي (الحلولي)
Parent material	الطبقة الامية
Pedology	علم تكوين الاراضي (بيدولوجيا)
Peptisation	تفرق
Percolation	رشح
Permeability	نفاذية
Plasticity	ليونة ، بلاستيكية
Podzol soil	أرض بودزول
Pore space	حيز مسامي
Prairie soils	اراضي البريري
Rate	معدل
Reaction of soil	تأثير الارض
Reclamation	اصلاح
Red & yellow podzolic	الاراضي البودزولية الصفراء والحمراء

Red desert soils	الاراضي الصحراوية الحمراء
Regolith	أديم الارض
Rendzina	اراضي الرندزينــا
Runoff	جريان المــاء
Saline soil	ارض مالحـــة
Saline - alkali soils	ارض مالحة قلوية
Semi - arid	شبه جاف
Sheet erosion	انجراف سطحي (صفحائي)
Soil class	قسم الارض
Soil conservation	حفظ الارض
Soil mulch	تغطية الارض
Soil names	تسمية الارض
Soil profile	قطاع ارضي
Soil series	سلاسل الارض
Soil type	نوع الارض
Soil order	رتبة الارض
Soil solution	المحلول الارضي
Soil structure	بناء الارض
Soil texture	قـــوام الارض
Solonchak	ارض مالحة (سولنشاك)
Solonetz	أرض قلوية (سولونتز)
Subsoil	تحت التربـــة
Surface tension	الجذب السطحي (توتر سطحي)
Survey	حصر (تصنيف)
Tension	شـــد
Terrace	مصطبة
Tetrahedron	رباعي الوجوه

Tundra soils	اراضي التندرا
Unavailable	غير قابل للاستفادة ـ غير ميسر
Virgin soil	اراضي غير منزرعة (بكر)
Weathering	تجويـــة
Wilting coefficient	معـامل الذبول
Wind erosion	التعرية بالرياح
Zonal soils	الاراضي النطاقية



المحتوى

صفحـــة

صفحة

صفحة

صفحـــة

صفحـــة

صفحـــة

المؤسسة العلمية للوسائل التعليمية
حلب ـ المسلمية ـ المنطقة الحرة -